Neste quadro, entende-se por tensão temporária a que se verifica imediatamente a seguir à aplicação do pré-esforço, antes de se darem as perdas de tensão resultantes da fluência e retracção do betão e da relaxação dos aços.

O betão complementar, que se considera ser da classe B225, admite, como valor máximo da tensão de compressão em fase elástica, 75 kgf/cm².

Na armadura de pré-esforço das vigotas não devem ser ultrapassadas, no momento do pré-esforço, e após se terem processado todas as perdas, tensões respectivamente com os valores de 0,90 $\sigma_{0,2}$ e 0,75 $\sigma_{0,2}$, sendo $\sigma_{0,2}$ a tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,2 %, do aço.

Além de fixar os valores das tensões admissíveis nos materiais, a C.I.T. n.º 29 prescreve ainda que deve ser feito o dimensionamento dos pavimentos em relação à rotura (para o que apresenta expressões simplificadas), e dá indicações para o cômputo das perdas de pré-esforço nas vigotas.

O programa de cálculo automático de dimensionamento dos pavimentos [2], com base nos condicionamentos acima expostos, determina o momento flector de serviço, escolhendo o menor dos quatro momentos flectores seguintes:

- momento de segurança em relação à rotura M_I (quer das armaduras inferiores da vigota quer do betão complementar);
- momento que origina, em fase elástica, uma tracção de +10 kgf/cm² na aresta inferior da vigota, M_{II};
- momento que origina, em fase elástica, uma tracção de +30 kgf/cm² na aresta superior da vigota, M_{III};
- momento que origina, em fase elástica, uma compressão de −75 kgf/cm² na aresta superior do pavimento, ou seja, já no betão complementar, M_{IV}.

Apresentam-se, muito resumidamente, algumas considerações sobre estes quatro momentos:

a) Momento M_I:

Mostra a experiência que o condicionamento pela rotura do betão complementar nunca se dá neste tipo de pavimentos, assemelhável a uma série de vigas T com banzos de grande largura Por esse facto, a análise do momento M_I pode ser restringida ao originado pela rotura do aço.

O valor de M_I obtém-se dividindo o momento de rotura pelo coeficiente de segurança 1,8 [1].

A limitação do momento flector de serviço por este valor M_I ocorre na maioria dos pavimentos com vigotas de betão pré-esforçado, desde que estas não estejam fortemente armadas, e corresponde ao melhor aproveitamento permitido pelas armaduras.

b) Momento M_{II}

Este momento é limitante quando a descompressão de vigota originada pela flexão em serviço do pavimento, faz aparecer uma tracção de +10 kgf/cm² na aresta inferior da vigota, antes de ser atingido o valor M_I. A resistência à rotura do aço das vigotas não é completamente aproveitada neste tipo de condicionamento, que ocorre em quase todos os restantes pavimentos, cujo momento flector de seviço não é limitado pelo valor M_I. Tais pavimentos são em geral os simples com vigotas fortemente armadas, e os duplos cujas vigotas não sejam muito fracamente armadas.

c) Momento M_{III}:

São em número relativamente pequeno, e limitados a pavimentos de média ou grande altura, os casos em que se verifica o condicionamento do momento flector de serviço pelo aparecimento de uma tracção de +30 kgf/cm² na aresta superior da vigota.

A sua ocorrência revela, em geral, um dimensionamento defeituoso da vigota, na qual o pré-esforço foi aplicado com grande excentricidade, originando tracções ou compressões muito reduzidas na aresta superior, e permitindo o fácil aparecimento de fissuras nesta, durante o transporte ou a colocação em obra das vigotas isoladas.

Além deste inconveniente, outro há, ainda mais grave: como a tracção de +30 kgf/cm² na aresta superior da vigota será atingida tanto mais fàcilmente quanto mais alto for o pavimento (uma vez que a linha neutra deste mais afastada ficará daquela aresta) chegar-se-á a situação

paradoxal, que não se verifica com nenhum dos outros condicionamentos, de o momento de serviço dum pavimento diminuir desde que se aumente a altura da sua lâmina de compressão. E o recurso, em situações de emergência, ao aumento desta altura para melhorar a resistência do pavimento — possível e aconselhável em todos os outros condicionamentos — é inaplicável neste caso.

d) Momento M_{IV}

A limitação do momento flector de serviço pelo aparecimento de uma tensão de compressão de -75 kgf/cm² na aresta superior do pavimento é extremamente rara, revelando, quanto ocorre, que a lâmina de compressão de betão complementar é insuficiente para suportar o momento de flexão que poderia ser atingido se se esgotasse a capacidade resistente das vigotas.

A solução nesses casos, que apenas surgem em pavimentos duplos de algumas gamas, constituídas com blocos de pequena largura — o que origina uma elevada densidade de nervuras resistentes por metro — consiste naturalmente em aumentar a espessura da lâmina de compressão.

Dos momentos que condicionam o valor do momento flector de serviço, pode-se dizer, em face do que atrás se expôs, que apenas interessa actuar sobre M_I (limitado à rotura pelo aço), M_{II} e M_{III}, que dependem directamente do dimensionamento das vigotas, o que não acontece com M_{IV}.

Se chamarmos (Vd. fig. 1):

I_p — momento de inércia do pavimento, desprezando a zona de betão traccionada (cm⁴/m)

p — cota da linha neutra do pavimento, contada a partir da sua aresta inferior, na mesma hipótese de se desprezar a zona de betão traccionada (cm)

h_v — altura da vigota (cm)

H — altura total do pavimento (cm)

d — distância entre eixos de nervuras resistentes (cm)

σ_r — tensão de rotura do aço de pré-esforço (kgf/cm²)

R_i, R_i' — tensão devida ao pré-esforço na aresta superior da vigota, antes e após as perdas (kgf/cm²)

R_s, R_s' — tensão devida ao pré-esforço na aresta superior da vigota, antes e após as perdas (kgf/cm²)

ΣA_i — área das armaduras da vigota que intervêm na rotura (mm²)

η' — cota do centro de gravidade das armaduras que intervêm à rotura, contada a partir da aresta inferior (cm)

e se adoptarmos a convenção de sinais seguinte — tracção (+) e compressão (—) — os valores dos momentos flectores que dão origem a limitações pela segurança em relação à rotura, pelo aparecimento de tracções de $+10$ kgf/cm² na aresta inferior e de $+30$ kgf/cm² na aresta superior, são dados respectivamente pelas expressões seguintes:

$$M_I = 0{,}5 \cdot \frac{\sigma_r (H - \eta') \cdot \Sigma A_i}{d} \quad \text{(kgfm/m)}$$

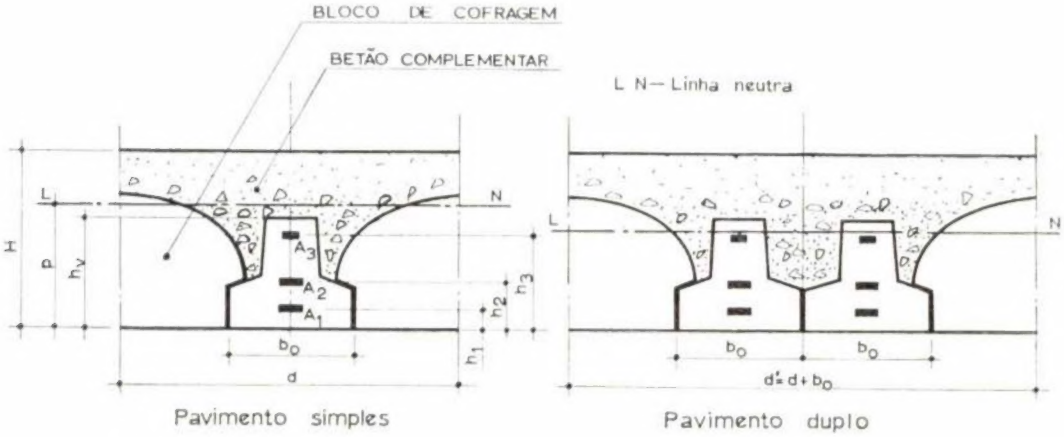


Fig. 1 — Secções de pavimentos pré-fabricados com vigotas de betão pré-esforçado

$$M_{II} = \frac{(10 - R'_i) \cdot I_p}{p} \cdot 10^{-2} \quad \text{(kgfm/m)}$$

$$M_{III} = \frac{(30 - R'_s) \cdot I_p}{p - h_v} \cdot 10^{-2} \quad \text{(kgfm/m)}$$

Para o cálculo do esforço transverso de serviço T_s, o mesmo programa de cálculo automático [2] determina o nível da secção do pavimento em que é máxima a tensão tangencial, e fixa nesse nível para esta grandeza o máximo valor admissível no betão — 6 kgf/cm².

Acontece por vezes que os pavimentos têm esforços transversos de serviço muito baixos, a tal ponto que têm a sua aplicação limitada por este esforço, e não pelo valor de M_s. Como a causa deste fenómeno é normalmente o estrangulamento criado na secção de betão do pavimento pelas abas de apoio dos blocos sobre as vigotas, deve-se tomar especial cuidado no projecto dos blocos, de modo a reduzir a largura de apoio das respectivas abas aos valores mínimos que não façam perigar a segurança.

3 — OPTIMIZAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DE VIGOTAS

3.1 — Parâmetros condicionantes do dimensionamento

Na fase de dimensionamento analítico dos pavimentos duma gama, os parâmetros inerentes às vigotas que vão condicionar os esforços de serviço são os seguintes:

classes dos materiais das vigotas — betão e aço
secção de betão das vigotas
secções das armaduras
localizações das armaduras
tensões de pré-esforço a aplicar às armaduras.

Do ponto de vista da produção, fazem-se algumas recomendações, que afectam a fixação dos parâmetros acima referidos, e que a seguir se expõem:

— há interesse em que todas as vigotas tenham a mesma forma de secção, quer sejam fabricadas por sistema manual, em moldes fixos, quer o sejam por sistema mecanizado, com moldes deslizantes;
— deve-se evitar que seja utilizado um número exagerado de diâmetros de armaduras, e de possíveis localizações destas na secção das vigotas;
— convém ainda, a menos que tal se revele impraticável, que as tensões de pré-esforço a aplicar às armaduras de um dado diâmetro sejam iguais em todos os tipos de vigotas onde se empreguem, reduzindo-se deste modo a possibilidade de introdução de erros graves no fabrico daqueles elementos.

3.2 — Dimensões das secções e armaduras das vigotas

As dimensões da secção e as armaduras de pré-esforço das vigotas dependem, em primeiro lugar, das classes dos materiais utilizados. A própria capacidade resistente máxima atingida com os pavimentos de uma gama será função daquelas classes, em especial da do betão, já que nos pavimentos com vigotas fortemente armadas o momento de serviço será essencialmente condicionado pelo valor de M_{II} (descompressão da vigota), e a tensão de compressão da aresta inferior, devida ao pré-esforço, é limitada a valores máximos admissíveis, variáveis com a classe do betão (Vd. 2.2).

A análise dos pavimentos já homologados, ou em estudo no LNEC, permite constatar que as dimensões das secções das vigotas de betão pré-esforçado variam entre limites não muito largos. Assim, a altura destes elementos oscila normalmente entre 9 e 13 cm, e a largura do respectivo banzo inferior entre 11 e 13 cm. Em algumas gamas, há vigotas especiais, de utilização limitada a lajes de esteira que vão receber pequenas cargas de serviço, cuja altura é ainda inferior a 9 cm, mas podem considerar-se casos da excepção.

Aparentemente, há interesse económico na redução das dimensões da secção das vigotas, da qual resulta uma economia no respectivo peso. Esta redução é visível na tendência actual para produzir vigotas mais baixas, com 9 ou 10 cm de altura para as de betão B450; a diminuição da largura do banzo é mais difícil de conseguir, e está limitada pela necessidade de criar apoios suficientes para as abas dos blocos de cofragem.

Em todo o caso, a redução da altura das vigotas só será aconselhável, se dela não resultar uma diminuição da capacidade resistente destes elementos.

Ora, verifica-se que, nos pavimentos menos resistentes, integrando vigotas fracamente armadas, cujo momento de serviço é condicionado pelo valor de M_I, não se dá qualquer quebra de capacidade se se utilizarem vigotas mais baixas, com idêntica armadura inferior.

Já nos pavimentos de média ou grande altura ocorrerá com tanto maior facilidade uma limitação do momento de serviço pelo valor de M_{III}, quanto mais baixa for a vigota utilizada. As medidas que se podem tomar para obviar a este inconveniente são descritas mais adiante, em 3.3, mas têm como resultado fazer aumentar as perdas de pré-esforço nas armaduras, e reduzir por consequência o valor de M_{II}, habitualmente limitante nesses pavimentos.

do possível, as recomendações citadas atrás, em 3.1.

As armaduras habitualmente usadas são as de diâmetros ø3,2, ø4,0 e ø5,0 ou ø5,1 mm, predominando estes dois últimos diâmetros na realização das armaduras inferiores das vigotas de grande número dos pavimentos conhecidos; nas armaduras média ou superior, é habitual utilizarem-se os varões de menor diâmetro.

Como já se disse (Vd. 2.1), é possível basear uma gama de pavimentos num conjunto de quatro ou cinco vigotas, de armaduras sucessivamente crescentes, tal como a que se apresenta como exemplo na fig. 2, na qual se admite que os varões inferiores, são de ø5,0 ou 5,1 mm.

Neste caso, bastariam apenas cinco localiza-

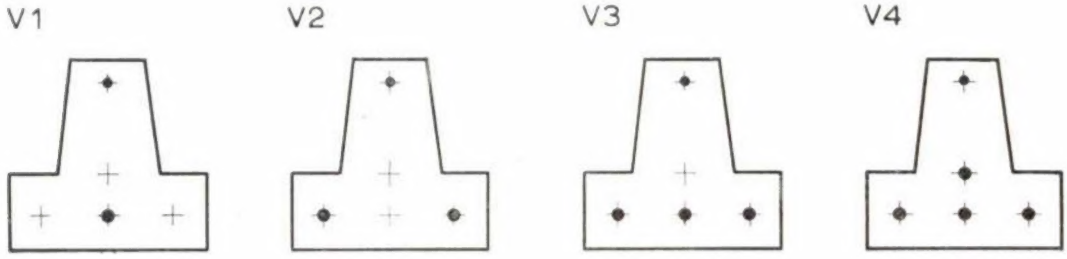


Fig. 2 — Vigotas constituintes duma gama de pavimentos

Para julgar da incidência económica da variação da altura das vigotas, haverá que conhecer a lei de frequência de situações, quanto a vãos e a solicitações nos pavimentos. Não se dispõe de informação suficiente para estabelecer com rigor essa lei, mas sabe-se que a maior ocorrência de casos — da ordem de 80 a 90 % da totalidade — corresponde à utilização de pavimentos de baixa altura, e reduzido momento flector de serviço. A aplicação de pavimentos mais fortes, constituídos por blocos de maior altura, é bastante menos frequente, o que não significa, lògicamente, que se deva menosprezar o seu rendimento económico.

Fica no entanto a indicação, em face desta distribuição de frequências, de que é preferível procurar obter um maior rendimento nos pavimentos mais fracos, ainda que, reflexamente, esta medida possa prejudicar a economia do dimensionamento dos pavimentos mais fortes.

Quanto às armaduras, há que definir as suas secções, localização na vigota, e tensões de pré-esforço, de molde a serem cumpridas, dentro

ções das armaduras, que seriam sucessivamente ocupadas ao progredir-se no sentido das vigotas mais resistentes.

A fixação das cotas a que devem ser colocados os varões, e das tensões de pré-esforço inicial a aplicar nestes, é objecto de discussão no parágrafo seguinte.

3.3 — Critérios de optimização das vigotas

A optimização do dimensionamento das vigotas terá como principal finalidade definir e utilizar os critérios mais favoráveis para a obtenção de melhores momentos flectores de serviço dos pavimentos.

Como esta grandeza, M_s, é condicionada pelos valores de M_I, M_{II}, M_{III} e M_{IV}, pareceria, num exame superficial, que se deveria procurar aumentar simultâneamente estes quatro momentos até aos limites permitidos pelos materiais. Acontece porém que, como vimos, nem todos eles têm o mesmo peso, e que os factores que ori-

ginam a melhoria de alguns provocam antagònicamente o decréscimo de outros.

Deixando de parte o momento M_{IV}, para o qual o dimensionamento da vigota pràticamente não influi, e atendendo ao que se disse em 2.2 sobre a ocorrência e a importância relativa das limitações do momento de serviço, deve-se actuar sobre os valores de M_I, M_{II} e M_{III}, por esta ordem de prioridades.

O momento de segurança em relação à rotura do aço, M_I, dum pavimento poderá ser aumentado — se estiverem fixados a classe de aço e os diâmetros das armaduras das vigotas integrantes — mediante o abaixamento das respectivas armaduras inferiores.

A C. I. T. n.º 29 determina que o recobrimento das armaduras das vigotas com o betão envolvente não deverá descer a menos de 1,5 cm. Visto que os diâmetros dos varões empregados atingem no máximo 5,1 mm, a cota mínima admissível do primeiro nível das armaduras, contada a partir da aresta inferior, é de 1,8 cm. Esta cota e a de 2,0 cm são as que se utilizam mais frequentemente nas gamas de pavimentos conhecidas. Deste modo, a fixação do nível inferior das armaduras não oferece dificuldades, e traduz-se por uma opção prévia entre dois ou três valores possíveis, que poderá eventualmente vir a ser corrigida no prosseguimento do dimensionamento.

Os varões que podem ser considerados na resistência à rotura dos pavimentos são além dos do nível inferior, os do nível médio das vigotas mais fortemente armadas e os do nível superior em alguns pavimentos de maior altura. Deste modo, há vantagem em que as posições dos varões destes dois últimos níveis sejam abaixadas dentro do possível, para aumentar M_I; esta medida terá como reflexos o acréscimo de M_{II} e a diminuição de M_{III}, pelo que se deve procurar conseguir uma posição de equilíbrio.

Porque as tensões de pré-esforço iniciais, R_i e R_s, e as perdas de pré-esforço vão influenciar os momentos M_{II} e M_{III}, é oportuno apresentar as respectivas expressões de cálculo, a partir das quais se pode analisar mais claramente como conseguir o aumento dos valores daqueles momentos.

As tensões iniciais de pré-esforço exprimem-se pelas fórmulas:

$$R_i = -\left[\frac{\Sigma F_i}{\Omega} + \frac{\mathfrak{M}}{I_v} v \right] (\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

$$R_s = -\left[\frac{\Sigma F_i}{\Omega} + \frac{\mathfrak{M}}{I_v} (v - h_v) \right] (\text{kgf}/\text{cm}^2)$$

em que:

ΣF_i — força total de pré-esforço aplicada na vigota (kgf)

$\mathfrak{M}$ — momento flector aplicado na secção da vigota, devido ao pré-esforço (kgf. cm)

Ω — área da secção da vigota (cm^2)

I_v — momento de inércia da secção da vigota (cm^4)

v — cota do centro de gravidade da secção da vigota (cm)

h_v — altura total da vigota (cm).

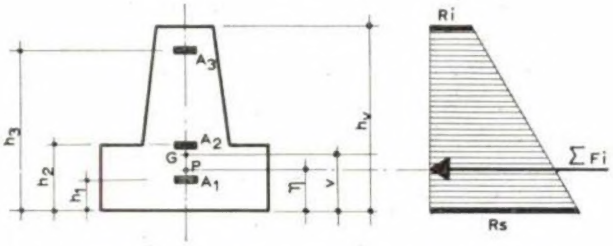


Fig. 3 — Diagrama das tensões de pré-esforço inicial numa vigota

Se às várias armaduras A_1, A_2, ..., nos diferentes níveis $h_1, h_2, \ldots$, forem aplicadas as tensões de pré-esforço $\sigma_1, \sigma_2, \ldots$, a força total de pré-esforço será:

$$\Sigma F_i = \Sigma A_i \sigma_i$$

Representando, na fig. 3, o centro de gravidade da secção da vigota e o ponto de aplicação da resultante do pré-esforço inicial, respectivamente pelos pontos G e P, e admitindo ser η (cm) a cota deste último, o valor do momento $\mathfrak{M}$ será dado por:

$$\mathfrak{M} = (v - \eta) \, . \, \Sigma F_i$$

em que:

$$\eta = \frac{\Sigma F_i \, h_i}{\Sigma F_i}$$

As expressões de R_i e R_s resultarão assim:

$$R_i = -\Sigma F_i \left[\frac{1}{\Omega} + \frac{(v - \eta) \, . \, v}{I_v} \right]$$

$$R_s = -\Sigma F_i \left[\frac{1}{\Omega} + \frac{(v - \eta) \, . \, (v - h_v)}{I_v} \right]$$

Fixados e conhecidos os valores das características geométricas da vigota, Ω, I_v, h_v, v, é possível fazer variar, no sentido que se desejar, as tensões R_i e R_s, a partir da variação de ΣF_i e η.

Vejamos agora as perdas de pré-esforço.

A expressão que permite obter as perdas de tensão $\Delta\sigma_i$, nas armaduras do nível genérico i, é a seguinte:

$$\Delta\sigma_i = (\theta_e + \theta_f)\,\frac{E_a}{E_v}\,|R_\eta| \cdot 10^{-2} + \\ + \rho E_a + \psi\sigma_i \qquad (\text{kgf/mm}^2)$$

em que:

θ_e — coeficiente de deformação elástica do betão
θ_f — coeficiente de deformação por fluência do betão
ρ — coeficiente de retracção do betão
ψ — coeficiente de relaxação do aço
E_a — módulo de elasticidade do aço (kgf/mm²)
E_v — módulo de elasticidade do betão da vigota (kgf/mm²)
R_η — tensão na vigota no ponto P, à cota η (kgf/cm²)
σ_i — tensão de pré-esforço inicial nos varões do nível i (kgf/mm²).

Para o cálculo dos pavimentos admite-se, de acordo com a C. I. T. n.º 29, que estas grandezas tomam os seguintes valores numéricos;

$\theta_e = 1$
$\theta_f = 2{,}5$
$\delta = 2{,}5 \times 10^{-4}$
$\psi = 0{,}10$

e, na falta de resultados experimentais relativos aos módulos de elasticidade dos materiais:

$E_a = 21\,000$ kgf mm²
$E_v = 3500$ kgf/mm².

Substituindo valores na expressão acima, obtém-se:

$$\Delta\sigma_i = 0{,}21\,|R_\eta| + 5{,}25 + 0{,}10\,\sigma_i \qquad (\text{kgf/mm}^2)$$

A perda de tensão nos aços devida apenas à deformação elástica do betão será dada por:

$$\Delta\sigma_i = 0{,}06\,|R_\eta|$$

Verifica-se que, quanto maior for a tensão de compressão R_η, mais elevadas serão as perdas de tensão nas armaduras e no diagrama de pré-esforço da secção da vigota.

Analisemos agora o efeito da variação das tensões R_i e R_s e das perdas de pré-esforço sobre os valores de M_{II} e M_{III}.

O momento M_{II} aumenta desde que se aumente R_i. Então, há que procurar realizar o acréscimo desta tensão, através de uma ou de várias das seguintes medidas:

- descida dos níveis das armaduras, para baixar o valor de η;
- aumento da tensão de pré-esforço inicial da armadura inferior;
- diminuição da tensão de pré-esforço inicial da armadura superior.

Contudo, o aumento exagerado da excentricidade do pré-esforço na vigota pode tornar desaconselhável a utilização desta em pavimentos altos, pela fácil ocorrência da limitação do momento de serviço pelo valor de M_{III}.

Por outro lado, a tensão na aresta inferior não deve ultrapassar o máximo valor admissível para as tensões temporárias de compressão — 140 ou 180 kgf/cm², consoante o betão da vigota é das classes B350 ou B450.

Mas, como a tensão temporária de compressão, tal como é definida, pressupõe que já ocorreram as perdas de pré-esforço devidas à deformação elástica do betão, e a expressão apresentada atrás para o cálculo de R_i não considera ainda essas perdas, conclui-se que o valor de R_i pode ultrapassar ligeiramente aqueles limites, sem perigo para a segurança.

Aceita-se assim que, por exemplo no caso de vigotas de betão B450, fortemente armadas, R_i possa ter um valor até ao limite de — 190 kgf/cm².

Com efeito, se tivermos uma vigota com todos os varões tendidos inicialmente à mesma tensão, e onde sejam:

$R_i = -190$ kgf/cm²
$R_\eta = -130$ kgf/cm²
$\sigma_i = 140$ kgf mm²

o valor de $\Delta\sigma_i$, correspondente à parcela devida à deformação elástica do betão, será:

$$\Delta\sigma_i = 0{,}06 \times 130 = 7{,}8 \text{ kgf/mm}^2$$

Senhor Empreiteiro:

A certeza de uma boa margem de lucro reside na combinação de custos de manutenção e operação baixos, grande eficácia e elevada reserva de potência, por parte das suas máquinas.

Tudo isto obterá numa

PÁ CARREGADORA CATERPILLAR

m³

AS PÁS CARREGADORAS DE RODAS CATERPILLAR

são conhecidas em todo o Mundo pelas suas características de robustez, segurança e qualidade de concepção e fabrico

988 — ARTICULADA

5 Baldes com capacidades de 4,21 a 4,97 m³

980 — ARTICULADA

4 Baldes com capacidades de 3,06 a 3,82 m³

966 B — ARTICULADA

10 Baldes com capacidades de 2,10 a 3,82 m³

950 — ARTICULADA

8 Baldes com capacidades de 1,72 a 3,06 m³

944

9 Baldes com capacidades de 1,34 a 3,10 m³

922 B

4 Baldes com capacidades de 1,15 a 2,30 m³

À
S.T.E.T.
Apartado 1351 – Lisboa

TEC

Desejo receber (SEM COMPROMISSO DA MINHA PARTE):

- ☐ Literatura sobre equipamentos **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ Literatura sobre motores **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ A visita de um Delegado de Vendas

NOME OU FIRMA _____
PROFISSÃO OU ACTIVIDADE _____
ENDEREÇO _____

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat são Marcas da Caterpillar Tractor Co.

RECORTE ESTE CUPÃO E ENVIE-O À S.T.E.T. SEM DEMORA

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
PRIOR VELHO (SACAVÉM) • PORTO • BEJA • COIMBRA

A tensão na aresta inferior baixará, com esta perda, de 10,6 kgf/cm², passando para 179,4 kgf/cm², que é inferior ao limite admissível de 180 kgf/cm².

Se a tensão inicial nas armaduras não atingir 140 kgf/mm², o abaixamento de R_i ainda é mais sensível.

Dissemos e justificámos atrás que a limitação do momento flector de serviço pelo valor de M_{III} é de evitar.

Deve-se então actuar no sentido de o diagrama de tensões, devidas ao pré-esforço, nas vigotas fortemente armadas, não apresentar compressões muito reduzidas na aresta superior, desde que essas vigotas vão integrar pavimentos altos.

O valor mais aconselhável para a tensão R_s depende de vários factores, nomeadamente a cota máxima da linha neutra dos pavimentos, a altura da vigota e as perdas de pré-esforço.

Se se impuser a condição $M_{II} = M_{III}$, ter-se-á, substituindo os valores dos momentos pelas expressões dadas em 2.2:

$$R'_s = R'_i \left(1 - \frac{h_v}{p}\right) + 10 \left(2 + \frac{h_v}{p}\right)$$

Admitindo que se aplica a mesma tensão de pré-esforço inicial em todos os varões da vigota, e representado por c a relação entre as tensões após e anteriormente às perdas de pré-esforço, obtém-se a seguinte expressão, que permite calcular a tensão inicial R_s:

$$R_s = R_i \left(1 - \frac{h_v}{p}\right) + \frac{10}{c} \left(2 + \frac{h_v}{p}\right)$$

No caso de pavimentos com altura até 30 cm, nos quais se utilizem vigotas fortemente armadas, é possível definir valores para as grandezas R_i, p e c, e obter-se R_s em função da altura da vigota h_v.

Apresenta-se na fig. 4 a curva de variação de R_s com h_v, que foi baseada nos seguintes valores, extraídos em síntese de diversos pavimentos simples com 30 cm de altura:

$R_i = 190$ kgf/cm²
$p = 18{,}8$ cm
$c = 0{,}63$

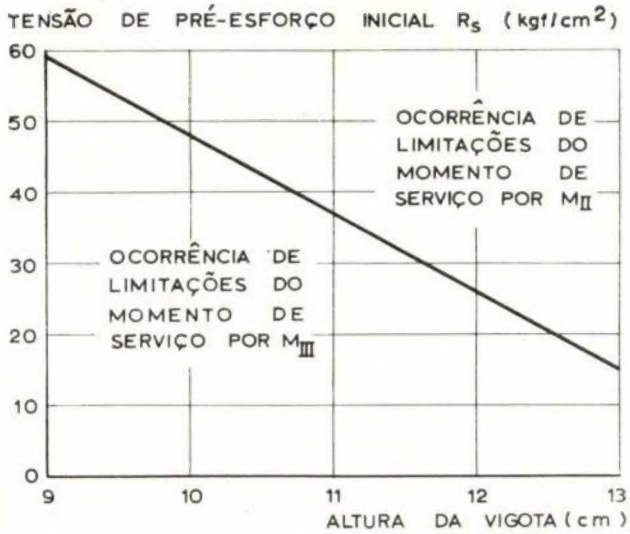


Fig. 4 — Valores mínimos das tensões R_s para que seja $M_{II} \geqslant M_{III}$

A curva não pretende ser exacta, mas apenas indicar a ordem de grandeza dos valores que deve ter R_s para que não ocorra a limitação do momento de serviço por M_{III}.

A optimização das vigotas deve assentar nas premissas apresentadas, e ser conduzida mediante a realização de cálculos de ensaio de dimensionamento, arbitrando posições, diâmetros e tensões de pré-esforço iniciais para as armaduras das vigotas, e fazendo sucessivos ajustamentos.

Como os cálculos por via automática incidem sobre pavimentos completos, e não sobre vigotas isoladas, estas devem-se integrar nos pavimentos que vão essencialmente condicionar.

Assim, as vigotas fracamente armadas — por exemplo, as duas primeiras da fig. 2 — devem ser associadas nesses cálculos com pavimentos simples de baixa altura; as de armadura média — como a terceira, da mesma figura — devem ser integradas em pavimentos simples de média altura; e as fortemente armadas — como a quarta, da fig. 2 — deverão associar-se com os pavimentos de maior altura, quer simples, quer duplos, pois nestes últimos permitirão conhecer qual a capacidade resistente máxima que pode ser atingida na gama de pavimentos que se projecta.

Como exemplo de resultado deste tipo de análise, apresentam-se, no quadro seguinte, as características das armaduras e as tensões de pré-esforço inicial de um conjunto de vigotas, com 9 cm de altura, integrantes duma gama de pavimentos, das quais se conheciam as características geomé-

tricas e as classes dos respectivos materiais — betão B450 e aço com tensão de rotura $\sigma_r = 175$ kgf/mm². Eram ainda dadas as formas dos blocos constituintes dos diversos tipos de pavimentos.

programa de cálculo existente no LNEC [3], é contudo possível reduzir a gama a outras mais restritas, que apenas mantenham, sem perda de uma certa flexibilidade, os pavimentos mais económicos.

Vigotas	Características das armaduras			Tensões de pré-esforço inicial nas vigotas (kgf/cm²)	
	A_i	h_i (mm)	σ_i (kgf/mm²)	R_i	R_s
V1	1 ø 5,1 1 ø 3,2	20 67	134 115	— 59,5	— 37,1
V2	2 ø 5,1 1 ø 3,2	20 67	134 115	— 125,3	— 25,5
V3	3 ø 5,1 1 ø 4,0	20 67	134 115	— 182,8	— 42,7
V4	3 ø 5,1 1 ø 4,0 1 ø 3,2	20 51 67	134 115 115	— 189,6	— 62,2

Repare-se que foram cumpridas as disposições que se aconselharam do ponto de vista da produção, em 3.1, mantendo-se a mesma forma exterior em todas as vigotas, as mesmas localizações e as mesmas tensões de pré-esforço inicial nas armaduras de igual diâmetro.

4 — OPTIMIZAÇÃO DUMA GAMA DE PAVIMENTOS

4.1 — Ordenação por custos dos pavimentos

Efectuado o dimensionamento dos pavimentos duma gama, considerando, no caso mais geral, todas as combinações possíveis dos tipos de blocos e de vigotas, e das alturas da lâmina de compressão (fixadas usualmente em 3, 4 e 5 cm, e, por vezes, 6 cm), e estendendo tais combinações aos pavimentos simples e duplos, obtém-se um conjunto de pavimentos onde se verificam frequentes sobreposições dos esforços de serviço, sem se dispor «à priori» dum conhecimento seguro que permita escolher, para cada caso de vão e solicitação, o elemento do conjunto econòmicamente mais aconselhável.

A partir da ordenação por custos dos pavimentos, realizada por via automática mediante

Conforme se considerem sòmente os custos dos elementos pré-fabricados ou de todos os materiais e elementos dos pavimentos, e se pretenda ou não atender a condicionamentos construtivos que imponham limitações de espessura, poder-se-ão apurar diferentes gamas, de desigual rarefacção em relação à inicial. A gama de maior interesse económico de entre estas, e também a mais rarefeita, é aquela que apura, sem quaisquer restrições de ordem construtiva, os pavimentos de custo total mais baixo em cada caso de aplicação. Chamemos-lhe gama I.

Uma outra gama com interesse é a elaborada a partir da ordenação por custos dos elementos pré-fabricados de cada pavimento, na qual são mantidos os pavimentos mais caros mas menos espessos que outros que originariam a sua eliminação. Uma tal gama, que designaremos por gama II, mantém em geral 40 a 50 % da totalidade dos pavimentos iniciais, engloba os que pertencem à gama I, e pode constituir uma boa base para a fixação duma gama definitiva, visto que é mais flexível que aquela, e toma em consideração a existência de possíveis condicionamentos de espessura.

Por outro lado mostra a experiência que, na

gama I, o número de elementos se reduz a cerca de 25 % dos da gama inicial, constatando-se que, dos pavimentos que integram as vigotas mais fracamente armadas (com um ou dois varões como armadura inferior) apenas são mantidos nessa gama os simples menos resistentes, constituídos com os blocos de menor altura e maior largura.

Uma objecção posta à validade da gama I é a de que, se os custos das vigotas e blocos de cofragem podem ser bem quantificados pelo produtor, os custos dos materiais colocados em obra, em especial o do betão complementar, constituem um dado variável de local para local, o que se traduz num custo total do pavimento que não é fixo. Contudo, dentro de limites razoáveis de variação de custos, o apuramento da gama efectuado mantém-se válido na generalidade, sendo susceptível de aperfeiçoamento com as análises que seguidamente se apresentam.

4.2 — Escalonamento segundo as séries de Renard

A verificação do escalonamento dos momentos flectores de serviço dos pavimentos duma dada gama, pelas séries dos números normais ou de Renard [4], [5], [6] permite verificar se os pavimentos cobrem com regularidade e sem descontinuidades nítidas as necessidades de serviço.

Apresenta-se na fig. 5 um exemplo de uma análise do escalonamento aplicado a uma gama de pavimentos, que foi obtida de acordo com os critérios expostos atrás para a definição da gama I. Verifica-se, nesse gráfico, que os pavimentos com menores momentos de serviço seguem aproximadamente e sem lacunas a série padrão R-5, e que os restantes se escalonam com muita aproximação segundo a série padrão R-40. Contudo, o escalonamento por esta última série apresenta 9 lacunas, o que revela, no caso exemplificado, uma certa insuficiência da gama em cobrir, duma maneira contínua e regular, todo o intervalo dos momentos de serviço.

4.3 — Índice momento-custo

Define-se índice momento-custo dum pavimento como a relação entre o seu momento flector de serviço e o seu custo unitário. O índice assim definido pode no entanto apresentar dois valores, consoante no custo unitário do pavimento se incluem ou não os materiais colocados em obra, além dos elementos pré-fabricados.

Na apreciação dum pavimento, este índice constitui o melhor indicador, do ponto de vista económico. Verifica-se que, como regra geral, o

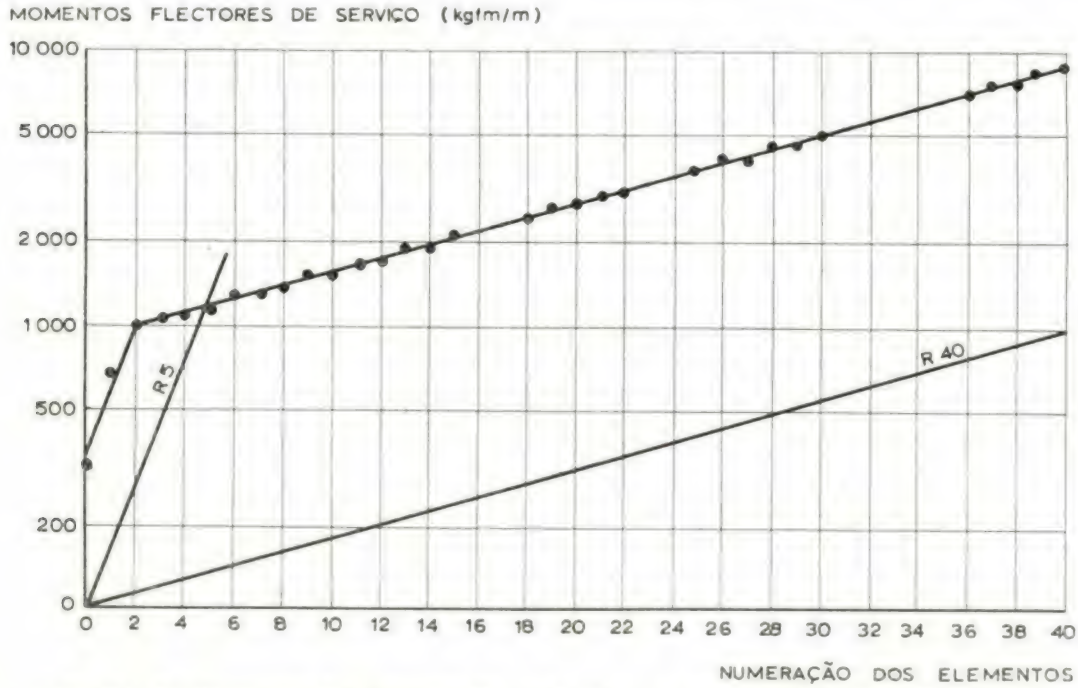


Fig. 5 — Escalonamento dos momentos de serviço de uma gama segundo as séries de Renard

índice momento-custo toma valores crescentes no sentido dos pavimentos mais resistentes, segundo uma lei bem determinada.

Tomando novamente como exemplo a gama cujo escalonamento foi analisado na fig. 5, e traçando para ela a curva de variação dos momentos de serviço M_s com os custos totais unitários C, que se representa na fig. 6, observa-se que os momentos de serviço acima do valor 1000 kgfm/m seguem com boa aproximação uma lei exponencial em relação aos custos, ou, o que é equivalente, que a função log M_s é linear com os custos C, através duma relação do tipo:

$$\log \frac{M_s}{M_{s_0}} = \alpha \, . \, C$$

sendo M_{s_0} e α constantes.

Os pavimentos cujos pontos representativos no diagrama da fig. 6 se situam abaixo da curva exponencial têm um rendimento económico inferior ao dos restantes, e tanto menor quanto mais afastados da curva estiverem esses pontos.

4.4 — Limitações pelo esforço transverso

As análises que se fizeram até aqui incidiram apenas sobre uma grandeza característica dos pavimentos, sem dúvida a mais significativa — o momento flector de serviço. Porém, já se apontou atrás (Vd. 2.2) que alguns pavimentos têm esforços transversos de serviço tais que vêem a sua aplicação limitada por esta grandeza, pelo que há que estudar a possibilidade dessa ocorrência nos pavimentos duma gama já seleccionada. No caso de tal acontecer, torna-se necessário incorporar nessa gama outros pavimentos que, não obstante de custo mais elevado, satisfazem em melhores condições a situações correntes de solicitações.

Consideremos, por simplicidade, um pavimento com condições de apoio isostáticas, submetido a uma sobrecarga uniformemente distribuída, e sejam:

M_s — momento flector de serviço do pavimento

T_s — esforço transverso de serviço do pavimento

p — peso próprio do pavimento

s — sobrecarga, entendida como o conjunto de todas as cargas, permanentes ou acidentais, para além do peso próprio

q = p + s — carga total actuante

l — vão do pavimento

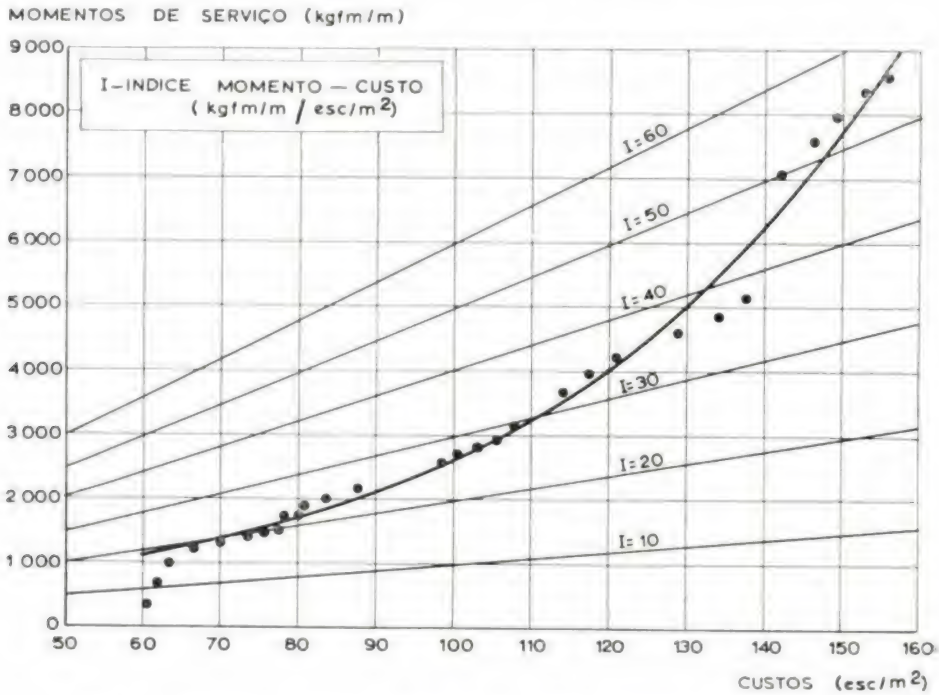


Fig. 6 — Diagrama momentos flectores de serviço — custos dos pavimentos (elementos pré-fabricados + betão complementar)

É evidente que o pavimento está em condições de satisfazer se:

$$M_s > \frac{q\,l^2}{8} \qquad T_s > \frac{q\,l}{2}$$

ocorrendo as limitações por momento flector e por esforço transverso respectivamente quando estas duas expressões se transformam em igualdades.

Se chamarmos:

$$l_c = \frac{4\,M_s}{T_s} \quad - \quad \text{vão crítico}$$

$$q_c = \frac{2\,T_s}{l_c} \quad - \quad \text{carga crítica}$$

Estas condições podem ser representadas gràficamente por curvas semelhantes às da fig. 7, traçadas num sistema de coordenadas cargas-vãos, onde o *ponto crítico*, definido pelas coordenadas (q_c, l_c), estabelece a separação entre os dois tipos de limitação.

Chama-se ainda *sobrecarga crítica* s_c à diferença entre a carga crítica q_c e o peso próprio do pavimento:

$$s_c = q_c - p$$

Deduz-se das considerações anteriores que dada uma gama de pavimentos da qual se conhecem os valores críticos, é necessário analisar se ocorrem em alguns pavimentos valores baixos da sobrecarga crítica, uma vez que, desde

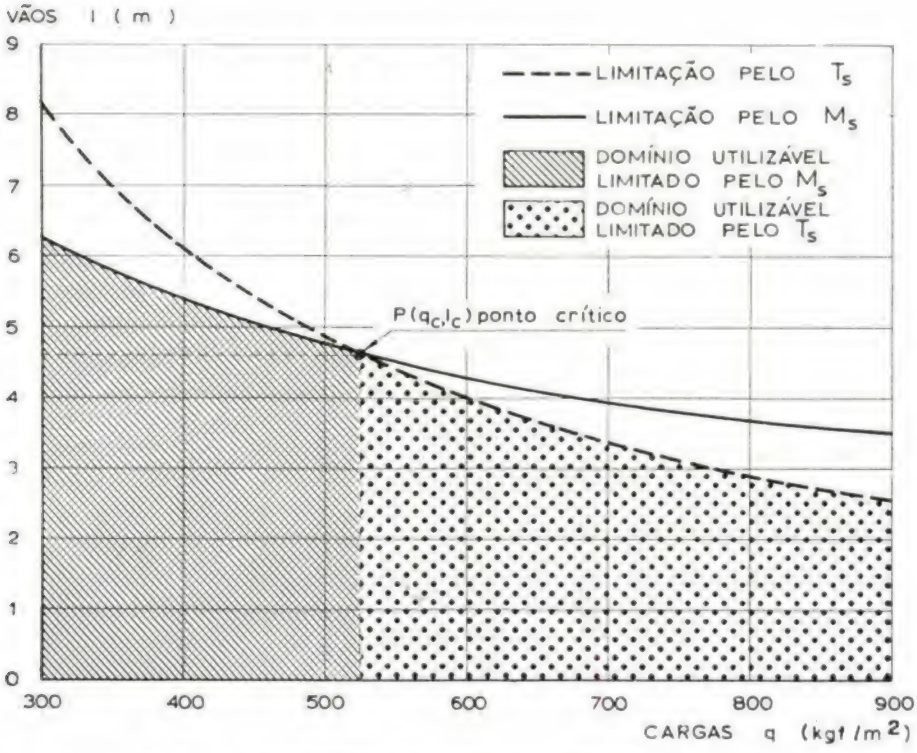


Fig. 7 — Determinação dos valores críticos dum pavimento

as condições correspondentes às limitações apresentadas tomam as formas:

Limitação por momento flector: $l > l_c \quad q < q_c$

Limitação por esforço transverso: $l < l_c \quad q > q_c$

Limitação simultâneamente por momento flector e esforço transverso: $l = l_c \quad q = q_c$

que seja $q > q_c$, a limitação do pavimento se dá sempre por esforço transverso.

Nesses pavimentos, os respectivos momentos flectores de serviço, que serviram de base para escolha económica, raramente poderão se atingidos, a menos que se tomem disposições construtivas adequadas para melhorar a resistência ao esforço transverso.

Tudo se passa então como se o pavimento

condicionado por esta última grandeza possuisse um momento flector de serviço fictício M_s', menor que M_s, dado pela expressão seguinte:

$$M_s' = \frac{T_s^2}{2q}$$

e que será função da cargo total q actuante.

Tomando para q o valor de 750 kgf/m², que podemos considerar um limite superior de solicitações correntes, definem-se para tais pavimentos valores fictícios do momento de serviço:

$$M_s' = \frac{T_s^2}{1500} \quad \text{kgfm/m} \qquad (T_s \text{ em kgf/m})$$

a partir dos quais se pode efectuar nova selecção económica totalmente válida. Com efeito, mediante este artifício, e caso a carga total q não seja superior a 750 kgf/m², os pavimentos deixam de ser condicionados pelo esforço transverso.

No LNEC dispõe-se também dum programa de cálculo automático, que determina, para os pavimentos de uma dada gama, os respectivos valores críticos, e que permite deste modo que a análise acabada de descrever seja fàcilmente levada a efeito.

5 — CONCLUSÕES

Crê-se ter apresentado no presente trabalho critérios válidos para a optimização do dimensionamento das vigotas de betão pré-esforçado de pavimentos pré-fabricados, baseados no máximo aproveitamento dos materiais utilizados. Tais critérios têm sido aplicados no LNEC com êxito e têm permitido sugerir economias sensíveis na produção e na aplicação daqueles elementos, quer através da redução das respectivas dimensões, quer pelo maior rendimento conseguido nos pavimentos que os integram.

Por outro lado, a optimização das gamas de pavimentos, obtida pela redução do número de elementos que as constituem a menos de metade do inicial, revela-se de grande interesse, do ponto de vista industrial, pois que são eliminados os pavimentos econòmicamente mais desvantajosos. Além disso, acontece frequentemente que, pela análise realizada, são completamente eliminados certos tipos de pavimentos, o que torna possível reduzir o número de elementos pré-fabricados a produzir, com a consequente economia que daí resulta.

BIBLIOGRAFIA

1 — Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa — *Pavimentos Constituidos por Vigotas de Betão Pré-Esforçado. Regras para o seu Dimensionamento Analítico e Execução* — Circular de Informação Técnica (C. I. T.) n.º 29, 1964.

2 — Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa — *Pavimentos Pré-Fabricados com Vigotas de Betão Pré-Esforçado* — Programa de Cálculo Automático n.º 9, 1966.

3 — Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa — *Escolha de Soluções de Lajes com Pavimentos Pré-Fabricados* — Programa de Cálculo Automático n.º 10, 1966.

4 — Repartição de Normalização. Lisboa — *Números Normais* — Norma Portuguesa Definitiva NP-28, 1961.

5 — Organisation Internationale de Normalisation (ISO). Génève — *Nombres Normaux. Séries de Nombres Normaux* — Recomendation ISO R3, 1953.

6 — Organisation Internationale de Normalisation (ISO). Génève — *Guide pour l'Emploi des Nombres Normaux et des Séries des Nombres Normaux* — Recomendation ISO R17, 1955.

7 — Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa — *Directivas Comuns UEAtc para a Homologação de Pavimentos não Tradicionais de Betão Armado ou Pré-Esforçado* — Informação Técnica — Edifícios, 3, 1968.

C. D. U. 624.072.2 [539.413]

DIMENSIONAMENTO DE SECÇÕES DE BETÃO ARMADO COM COMPRESSÃO, EM RELAÇÃO À ROTURA

(Continuação)

por J. M. MADEIRA COSTA
Engenheiro Civil

RESUMO

Nos capítulos seguintes será apresentado o dimensionamento em relação à rotura de secções de betão armado sub-metidas a esforços de compressão. Serão tratados sucessivamente os casos de compressão simples, flexão composta e flexão desviada.

SYNOPSIS

In the following chapters the study of elements submitted to compression (concentrically and eccentrically loaded) will be presented.

6 — COMPRESSÃO SIMPLES DE PILARES ORDINÁRIOS

6.1 — Generalidades

Em continuação dos estudos anteriores, apresenta-se seguidamente as regras de dimensionamento de pilares ordinários à compressão simples segundo o actual regulamento de Estruturas de Betão Armado (R.E.B.A.).

Apresenta-se uma tabela que permite calcular fàcilmente as percentagens de armadura necessária dada a geometria da secção e a solicitação actuante.

6.2 — Estudo analítico

Conforme o regulamento (Art.º 32.º), a determinação da capacidade resistente de pilares ordinários sujeitos a esforços de compressão simples deve fazer-se em relação à rotura, atendendo ao fenómeno de varejamento, e somando as capacidades resistentes do betão e da armadura longitudinal, de acordo com as expressões seguintes:

No caso geral (B 225, B 300, B 350, B 400):

$$\overline{N} = \frac{1}{\omega} \left(0{,}75\ B'\ \sigma_b^* + A'\ \sigma_a'^* \right) \qquad (1)$$

Para B 180:

$$\overline{N} = \frac{1}{\omega} \left(0{,}60\ B'\ \sigma_b^* + A'\ \sigma_a'^* \right) \qquad (2)$$

Sendo:

$\overline{N}$ — esforço normal resistente;

ω — coeficiente de varejamento para pilares ordinários;

B' — área total da secção;

A' — área total da armadura de compressão;

σ_b^* — tensão de cálculo do betão, ver Quadro 6.1

$\sigma_a'^*$ — tensão de cálculo do aço à compressão; tensão correspondente à extensão de compressão de 2 ‰, ver Quadro 6.1

Deve ser:

$$\overline{N} \geqslant N^* \qquad \text{com} \qquad N^* = \gamma_s . N_k$$

sendo N^* o esforço normal de cálculo, N_k o esforço normal característico (resultante das solicitações dadas pelo R.S.E.P.) e γ_s o coeficiente de majoração geralmente igual a 1,5, ou 1,0 (Art.º 20.º do R.E.B.A.).

Em geral pretende-se dimensionar as secções de modo que $\overline{N} = N^*$ ou seja de modo que a capacidade resistente da secção seja igual ao esforço normal de cálculo.

As expressões 1) e 2) podem tomar a seguinte forma:

B 180

$$\sigma^* . \omega = \sigma_b^* \left(0{,}60 + \frac{\overline{\omega}\ \sigma_a'^*}{\sigma_b^*} \right) \qquad (3)$$

Em geral

$$\sigma^* . \omega = \sigma_b^* \left(0{,}75 + \frac{\overline{\omega}\ \sigma_a'^*}{\sigma_b^*} \right) \qquad (4)$$

em que

$$\sigma^* = \frac{N^*}{B'} \quad \text{(tensão de referência)}$$

$$\overline{\omega} = \frac{A'}{B'} \quad (\%\ \text{da armadura total})$$

COMPRESSÃO SIMPLES

VALORES DE $\sigma^* \omega = \sigma^*_b \left(c + \bar{\omega} \frac{\sigma^*_a}{\sigma^*_b}\right)$; $\sigma^* = \frac{N^*}{B'}$

$c = 0{,}60$ ou $0{,}75$; ω - COEFICIENTE DE VAREJAMENTO

MATERIAIS		$\bar{\omega}$ %																					
		0,0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
"A24" $\sigma^*_a = 2090$	B 180 $\sigma^*_b = 100$	60,0		68 30	70 38	73 45	75 53	77 60	79 68	81 75	83	85	89	93	98	102	112	123				
	B 225 $\sigma^*_b = 130$	97,5		106 49	108 61	110 73	112 85	114 98	116 110	118	120	123	127	131	135	139	150	160	171	181		
	B 300 $\sigma^*_b = 170$	127,5		136 64	138 80	140 96	142 112	144 128	146 143	148	150	153	157	161	165	169	180	190	201	211	222	232
"A40T" $\sigma^*_a = 3200$	B 180 $\sigma^*_b = 100$	60,0	70 30	73 40	76 50	79 60	82 70	86 80	89	92	95	98	105	111	118	124	140	156				
	B 225 $\sigma^*_b = 130$	97,5	107 49	110 65	114 81	117 98	120 114	123	126	130	133	136	142	149	155	162	178	194	210	226		
	B 300 $\sigma^*_b = 170$	127,5	137 64	140 85	144 106	147 128	150 149	153	156	160	163	166	172	179	185	192	208	224	240	256	272	288

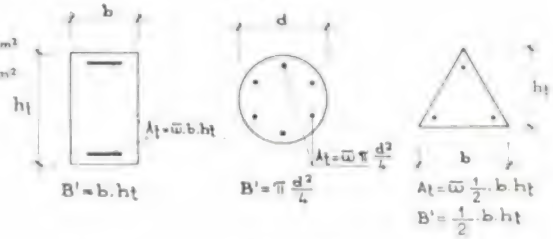
ARMADURA MÍNIMA

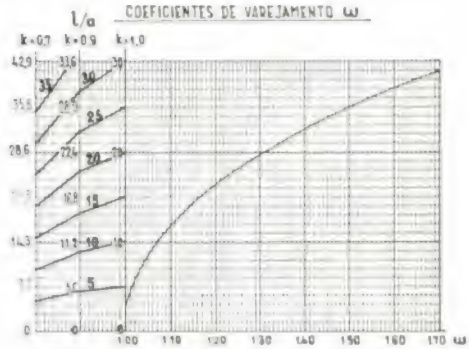
$A_{24} - A_t > 4 \phi 12 - 4{,}52 cm^2$

$A_{40T} - A_t > 4 \phi 10 - 3{,}14 cm^2$

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

SECÇÕES





QUADRO 6.1

Os valores dos segundos membros de (3) e (4) podem ser tabelados para as diferentes classes de betão e aço considerados no regulamento em função da % de armadura $\bar{\omega}$.

O Quadro 6.1 fornece os referidos valores para os casos mais correntes B 180, B 225, e B 300 com aço «A 24» e «A 40 T».

Estes valores são portanto estritamente regulamentares uma vez que resultam da aplicação de tensões regulamentares e de expressões também regulamentares.

O R.E.B.A. pelo Art.º 70.º impõe três mínimos em relacão a % de armadura, que devem ser satisfeitos.

Assim:

"A 24"

a) 0,8 % da secção de betão necessária para resistir, só por si, ao esforço normal de cálculo, N^*;

b) 0,4 % da secção total do pilar, B';

c) 4 ø 12 mm (4,52 cm²)

"A 40", "A 50" e "A 60"

a) 0,6 % da secção de betão necessária para resistir só por si ao esforço normal de cálculo, N^*;

b) 0,3 % da secção total do pilar, B';

c) 4 ø 10 m/m (3,14 cm2).

A percentagem da armadura longitudinal, em relação à secção total do pilar, não deve exceder os seguintes valores: "B 180" — 3 %; "B 225" — 4 %; "B 300" — 5 %; "B 350" e "B 400 — 6 %.

O Quadro 6.1 está elaborado de modo a expressar fàcilmente os valores mínimos e máximos especificados.

Assim:

— cada classe de betão só está calculada até às % máximas regulamentares;

— nas % menores que 1 % apresentam-se em cada rectângulo dois números, o valor inferior satisfaz às imposições *a*);

— as imposições *b*) também estão atendidas;

— calculada a armadura A' compara-se com os mínimos *c*) e utiliza-se o maior dos valores.

Neste quadro representa-se a armadura total por A_t em vez de A'.

No mesmo quadro apresentam-se, sob a forma de diagrama, os coeficientes de varejamento ω

para valores de $k = 0{,}7$, 0,9 e 1,0 que serão os mais correntes para edifícios (ver Art.º 34.º).

6.3 — Regras de Aplicação

a) *Determinação da Armadura A'*

É conhecida a geometria do elemento b, h_t e a a altura *l*, assim como as suas condições de ligação o que permite definir k.

A solicitação exterior N ou a solicitação de cálculo N* e a natureza dos materiais, são dados conhecidos.

Assim:

— calcula-se $\frac{l}{a}$ e conhecido k obtém-se o coeficiente de varejamento ω;

— calcula-se a tensão de referência

$$\sigma^* \cdot \omega = \frac{N^*}{B'} \cdot \omega$$

— entra-se na linha respectiva do Quadro 6.1 e obtém-se a % de armadura $\overline{\omega}$;

— calcula-se

$$A' = \overline{\omega} \cdot B'$$

— compara-se com a armadura mínima (4 ϕ 12) ou (4 ϕ 10) e utiliza-se a maior.

b) *Determinação de* **N** *ou* **N***

Ver exemplos 7 e 8.

6.4 — Exemplos

1) Dados $b = 20$ cm; $h_t = 30$ cm; $N = 50$ tf.; $l = 300$ cm; "B 180"; "A 24"; $k = 0{,}7$.

Calcular a armadura necessária

$$\frac{l}{a} = 15;\ \omega = 1{,}08;\ \sigma^* \cdot \omega = \frac{1{,}5 \times 50000}{20 \times 30} \times$$

$$\times 1{,}08 = 161 \text{ kgf/cm}^2$$

Pela linha 3 do Quadro 6.1 verifica-se que a secção não é realizável.

2) idem com "B 300"

da linha 5 do quadro, tira-se $\overline{\omega} \simeq 1{,}6$ %

$$A' = 1{,}6 \times 6 = 9{,}6 \text{ cm}^2$$

3) idem com "B 225" e "A 40 T"

tem-se $\overline{\omega} = 1{,}97$ % e $A' = 11{,}8$ cm²

4) idem com "B 300" e "A 40 T"

tem-se $\overline{\omega} = 1{,}04$ % $A' = 6{,}2$ cm²

5) Dados

$b = 30$ cm; $h_t = 50$ cm; $N = 50$ tf; $l = 300$ cm

"B 225", "A 40 T"; $k = 0{,}7$

$$\frac{l}{a} = 10;\ \omega = 1{,}03;\ \sigma^* \cdot \omega = \frac{1{,}5 \times 50000}{30 \times 50} \times$$

$$\times 1{,}03 = 52 \text{ kg cm}^2$$

$$\overline{\omega} = 0{,}32\ \%;\ A' = 0{,}32 \times 15 = 4{,}8 \text{ cm}^2$$

6) Idem para $N^* = 120$ tf

$$\sigma^* \cdot \omega = \frac{120000}{30 \times 50} \times 1{,}03 = 83 \text{ kg cm}^2$$

$$\overline{\omega} = 0{,}51\ \%;\ A' = 0{,}51 \times 15 = 7{,}7 \text{ cm}^2$$

7) Dada uma secção

$b = 30$ cm; $h_t = 40$ cm; $l = 300$ cm

"B 225"; "A 24"; $k = 0{,}7$; $\overline{\omega} = 1{,}0$ %

Calcular o esforço normal característico

Do Quadro 6.1, tira-se $\sigma^* \cdot \omega = 118$; para $0{,}7 \frac{300}{30} = 7$ é $\omega = 1{,}03$, donde

$$\sigma^* = \frac{118}{1{,}03} = 114 \text{ kgf/cm}^2$$

$$N^* = 114 \times 30 \times 40 = 137{,}0 \text{ tf}$$

$$N_k = \frac{137{,}0}{1{,}5} = 91{,}0 \text{ tf}$$

8) Idem para $\overline{\omega} = 0{,}6$ %

Tira-se $\sigma^* \cdot \omega = 73$, donde $\sigma^* = \frac{73}{1{,}03} = 71$ kgf cm²

$N_k = \frac{71 \times 1200}{1{,}5} = 57{,}0$ tf, este valor é condicionado pelo § 1.º do Artigo 70.º e transcrito neste estudo do capítulo 6.2, referência *a*).

NOTA

O actual regulamento de betão armado, comporta um certo número de novas noções a que corresponde simbologia própria que se tenta aclarar seguidamente.

Assim as solicitações actuantes são designadas por «solicitações características» (são as solicitações definidas pelo Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes, R S.E.P); o produto das «solicitações características» por «coeficientes de majoração» γ_s regulamentares, fornecem as «solicitações de cálculo». Os esforços desenvolvidos numa estrutura quando carregada com as «solicitações características» designam-se por «esforços característicos».

Considera-se que a segurança duma estrutura é satisfatória quando as combinações mais desfavoráveis das «solicitações características», majoradas pelos coeficientes regulamentares, são inferiores às solicitações para as quais se verificam estados de ruína, computados de acordo com as regras estabelecidas pelo regulamento. A avaliação da segurança pode geralmente ser efectuada tomando em vez das «solicitações de cálculo» os seus elementos de redução, os «esforços de cálculo», nas secções transversais dos elementos constituintes da estrutura e a «resistência de cálculo» dessas mesmas secções.

Por outras palavras, a segurança é considerada satisfatória quando em toda e qualquer secção os «esforços de cálculo» são menores ou iguais às «resistências de cálculo». Os «esforços de cálculo» podem, normalmente, ser obtidos multiplicando os «esforços característicos» por γ_s.

Os materiais que constituem as estruturas apresentam determinadas propriedades mecânicas que os caracterizam. O valor numérico que caracteriza determinada propriedade mecânica é designado por «valor característico», por exemplo «tensão característica».

O «valor característico» de dada propriedade mecânica dividido por «coeficiente de minoração» especificado regulamentarmente, fornece o «valor de cálculo».

Entende-se por «resistência de cálculo» duma secção a capacidade resistente, expressa em termos de solicitação, e calculada a partir dos «valores de cálculo» das propriedades mecânicas dos materiais.

Sob o ponto de vista económico o objectivo de dimensionamento é que as «resistências de cálculo» sejam exactamente iguais aos «esforços de cálculo». Se as «resistências de cálculo» são inferiores aos «esforços de cálculo» a segurança é insuficiente; se é superior, a estrutura ou a secção é anti-económica.

O regulamento caracteriza as «tensões de cálculo» e os «esforços de cálculo» pelo asterisco (*), tendo-se por exemplo σ_a^*, σ_b^*, M^*, N^*, etc., e as «resistências de cálculo» quando é conveniente destrinçá-las pela notação própria sem qualquer asterisco (ver Art.os 31.º, 32.º e 33.º).

Neste estudo, com o intuito de diminuir as ambiguidades, têm-se utilizado notações semelhantes, usando as notações sem qualquer asterisco para representar «valores característicos» e «valores actuantes» quando parecer não resultar confusão desse facto; quando interessa caracterizar especialmente os «valores característicos» usa-se «k».

Concretizando, são, normalmente, utilizadas as seguintes notações:

— «Esforços característicos»: M_k, N_k . etc , ou sòmente M, N. . etc.
— «Esforços de cálculo»: M^*, N^*. . etc.
— «Tensão de cálculo»: σ^*, τ^*. . etc.
— «Resistência de cálculo»: $\overline{M}$, $\overline{N}$. . etc.
— «Esforços actuantes» ou «tensões actuantes» — M, N, σ, . . etc. Será então:

$$M^* = \gamma_s\ M_k \text{ ou, simplesmente, } M^* = \gamma_s \cdot M$$

e, idênticamente para outros esforços.

O dimensionamento duma estrutura à rotura será então comparar, secção por secção, os «esforços de cálculo» com a «resistência de cálculo».

Em flexão simples, os materiais aço e betão têm funções bem diferenciadas, (em geral, um absorve esforço de tracção, o outro de compressão). Como as condições de rigidez e construtivas são essencialmente dadas pelas dimensões do betão é normalmente possível dimensionar o aço da forma mais económica, isto é, de modo a que a «resistência de cálculo» e o «esforço de cálculo» sejam iguais.

Assim, nas fórmulas de dimensionamento que fornecem a «resistência de cálculo» utiliza-se normalmente o símbolo M^*. Para se ser claro devia ter-se usado $\overline{M}$, com a indicação de $\overline{M} = M^*$.

Já na compressão simples, o betão e aço desempenham idêntica função e a geometria do betão, devendo atender a necessidades construtivas, de rigidez transversal e outras, é por vezes superabundante. O mesmo é dizer que a «resistência de cálculo» ou, capacidade resistente é por vezes, superior ao «esforço de cálculo», daqui convir, representá-la por símbolo diferente. O regulamento usa a letra N, aqui usaremos $\overline{N}$ devendo pois ser $\overline{N} \geqslant N^*$. Assim nos cálculos conduzidos à maneira habitual, entra-se com «solicitações características» e obtém-se «esforços característicos» N_k que multiplicados por γ_s dão N^* que se comparam com $\overline{N}$. Por razões económicas interessa que $\overline{N} = N^*$.

Por simplicidade nem sempre se utiliza o símbolo k, aparecendo valores de M e N, etc., em vez de M_k, N_k...

Quanto à flexão composta, o problema será menos claro uma vez que se trata da incidência simultânea de esforços de compressão e flexão.

Cada secção é solicitada por um dado esforço axial «esforço de cálculo» actuando com uma dada excentricidade obtida, normalmente por $e_o = \dfrac{M_k}{N_k}$.

Essa mesma secção, dada a sua geometria e características dos materiais que a constituem apresenta a capacidade de resistir a um dado esforço normal actuando com essa excentricidade. Esse esforço normal é portanto a «resistência de cálculo» da secção para a excentricidade considerada. Esta «resistência de cálculo» deve ser maior ou igual ao «esforço de cálculo».

A comparação é portanto feita entre esforços normais actuando com a mesma excentricidade. Isto não é claro no regulamento, mas não parece que deva ser outra a interpretação a tirar.

O regulamento representa a «resistência de cálculo» tanto na flexão composta como na flexão desviada pela letra N (N, N_x, N_y). São assim determinados esforços característicos M_k, N_k que multiplicando por γ_s fornecem M^*, N^*, obtendo-se $e_o = \frac{M_k}{N_k}$ e determina-se a «resistência de cálculo» N, para a mesma excentricidade, e compara-se com N^*. Neste estudo será usado N em vez de N, etc.

Para o esforço transverso consideram-se, por assim dizer, duas «resistências de cálculo»; uma independente da armadura, T_i, outra T, variável com a armadura estabelecendo-se para esta última um máximo T_l. A representação gráfica desta interpretação é dada na figura junta.

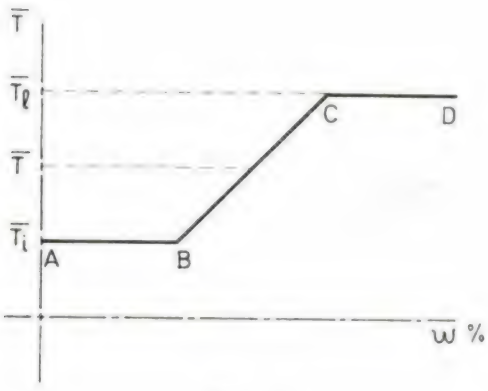


Fig. 6.1

O primeiro patamar $\overline{AB}$ é dada por:

$T_i = \tau_o \, b_o \, h$

(τ_o é regulamentado, Art.º 35.º, § 1.º)

Para $T^* < T_i$ não é necessário contar com a armadura.

No troço $\overline{BC}$

$$T = T_b^* + T_a^* \text{, com } T_b^* = k \cdot b_o \, h$$

$$\text{e } T_a^* = 0{,}9 \frac{A\,t}{t} \sigma_{a_t}^* \, h \text{, ou } T_a^* = 0{,}9 \sqrt{2} \frac{A\,t}{t} \sigma_{a_t}^* \, h$$

Troço $\overline{CD}$

$T_l = \tau_o \, b_o \, h$ (Quadro do § 4.º do R. E. B. A.)

Neste estudo será portanto utilizado, no capítulo próprio, $\overline{T}$ em vez de T e $\overline{T_a}$ e $\overline{T_b}$ em vez de T_a^* e T_b^*, respectivamente, dado tratar-se de «resistência de cálculo».

7 — COMPRESSÃO SIMPLES DE PILARES REFORÇADOS

7.1 — Generalidades

O seu estudo encontra-se definido pelo Artigo 33.º do R. E. B. A. e dada a relativamente menos frequente utilização, não se fará aqui qualquer tentativa de sistematização.

8 — FLEXÃO COMPOSTA COM COMPRESSÃO

8.1 — Generalidades

O dimensionamento à rotura de secções submetidos à flexão composta-actuação simultânea de esforço axial e flector num só plano principal — far-se-á de acordo com os princípios estabelecidos no Art.º 31.º do R. E. B. A.

Admite-se, no entanto, que a extensão no betão possa exceder 2 ‰ desde que se mantenha inferior a 3,5 ‰. Com efeito, e conforme se verificou no Cap. 2, fixando a extensão de compressão no aço, a extensão no betão na fibra mais comprimida depende do recobrimento ε_r. Para $\varepsilon'_a = 2$ ‰ e $\varepsilon_r = 0{,}10$, obtém-se $\varepsilon'_b = 2{,}65$ ‰.

Dada a forma dos diagramas de cálculo definidos regulamentarmente os resultados obtidos admitindo $\varepsilon'_b > 2$ ‰ ou $\varepsilon'_b = 2$ ‰ como preconiza o regulamento, serão semelhantes.

Simplesmente o facto de se fixar a extensão no aço de compressão permite fixar também a tensão de compressão no aço, facilitando as determinações analíticas o que terá interesse para o estudo de geometrias para as quais se não disponha de tabelas. O valor de 3,5 ‰ é admitido pelo C. E. B.

Embora e na medida do possível, o estudo seja conduzido com a maior generalidade ele visa essencialmente o estudo de secções rectangulares.

Neste tipo de solicitação (flexão composta) tudo se passa como se houvesse uma solicitação axial N actuando, não no centro de gravidade da secção, mas com certa excentricidade e_o, que será normalmente dada por $e_o = \frac{M}{N}$, em que M é o momento actuante.

Para ter em conta os fenómenos de vareja-

mento, o Art.º 34.º do R. E. B. A. obriga a tomar para excentricidade do esforço normal, o valor e_o acrescido dum valor e_a tabelado em função de $\frac{lv}{a}$, em que lv é o comprimento efectivo de varejamento e a o lado da secção transversal segundo o plano de flexão considerado. O comprimento efectivo de varejamento é igual ao produto do comprimento da peça l por um coeficiente k, também tabelado, função das condições de ligação exterior da peça ($l_v = k.l$).

Tem-se assim que, para efeito de cálculo, o esforço N actua com uma excentricidade $e_t = e_o + e_a$, ou, em termos de excentricidade relativa.

$$\frac{e_t}{h_t} = \frac{e_o}{h_t} + \frac{e_a}{h_t}$$

Este modo de proceder facilita o tratamento analítico do problema, porquanto os fenómenos de varejamento são considerados apenas por uma excentricidade adicional.

Assim, num dimensionamento à rotura, qualquer secção deve ser organizada, em geometria e materiais, de modo que a sua resistência de cálculo a uma solicitação actuando com a excentricidade $\frac{e_t}{h_t}$ seja maior ou igual ao esforço de cálculo N*. O esforço de cálculo N* e a excentricidade dependem das solicitações características.

As solicitações características (N_k e M_k) serão multiplicadas simultâneamente pelo coeficiente de majoração γ_s. Quer dizer a excentricidade do esforço de cálculo N* é a mesma do esforço normal característico.

No caso de secções submetidas a várias combinações de esforços far-se-á a verificação para cada hipótese de modo a verificar a mais desfavorável. No caso de edifícios é, normalmente, necessário considerar as duas seguintes hipóteses:

a) solicitações permanentes + sobrecargas + vento normal

b) solicitações permanentes + vento excepcional ou sismos, conforme o mais desfavorável.

No caso da hipótese *b)* a excentricidade do esforço normal será obtida dividindo o momento actuante pela esforço axial permanente (característico) não multiplicando por qualquer coeficiente da majoração ($\gamma_s = 1$)

O valor do esforço normal a considerar na determinação da capacidade resistente das secções solicitadas por flexão composta com compressão não será superior ao correspondente à compressão simples (Artº. 31.º, § 1).

Toda e qualquer secção deve ser verificada de modo a confirmar que o esforço de cálculo $N^* = \gamma_s . N_k$ actuando axialmente (com $\gamma_s = 1,5$) possa ser suportado, pela secção, respeitando o dimensionamento à compressão simples regido pelos Art.º 32.º e Art.º 33.º do R. E. B. A.

As disposições construtivas relativas a pilares encontram-se especificadas pelos Art.º 69.º Art.º 70.º e Art.º 71.º.

8.2 — Geometrias

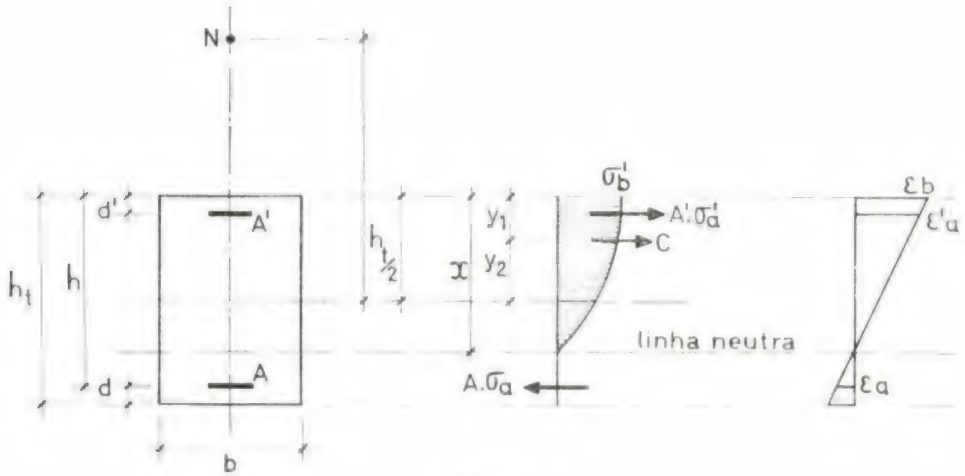


Fig. 8.1

8.3 — Equações gerais

Sendo F' e F, respectivamente, a resultante das forças de compressão e tracção, será:

$$F' = C + A' \sigma'_a \qquad (5.1)$$

$$F = A. \sigma_a \qquad (5.2)$$

E possível escrever:

$$N + F = F' \qquad (5.3)$$

e

$$N. e_o = A'. \sigma'_a \left(\frac{h_t}{2} - d'\right) + C. y_2 +$$

$$+ A. \sigma_a \left(\frac{h_t}{2} - d\right) \qquad (5.4)$$

Nos casos em que N actua com grande excentricidade os valores de x serão relativamente pequenos. A medida que a excentricidade e_o decresce o valor de x aumenta e para valores de $x = h_t$ toda a secção trabalha à compressão, estando a fibra extrema mais afastada de N submetida a tensão nula. A tensão de compressão na fibra extrema, menos comprimida, vai aumentando com a diminuição de e_o. Para $e_o = o$ têm-se um caso de compressão simples.

Para valores de x maiores que h a armadura de tracção passa a trabalhar à compressão e nas equações (5.3) e (5.4) os valores da força A. σ_a entram com sinal contrário.

Enquanto $x \leqslant h_t$ a parábola definidora das tensões de compressão no betão forma-se dentro da secção e os valores de C e y_2 obtêm-se por relações conhecidas.

$$C = \frac{2}{3} . x. b. \sigma_b = \frac{2}{3} \alpha . b. h_t. \sigma_b = \alpha'. b. h_t. \sigma_b \qquad (5.5)$$

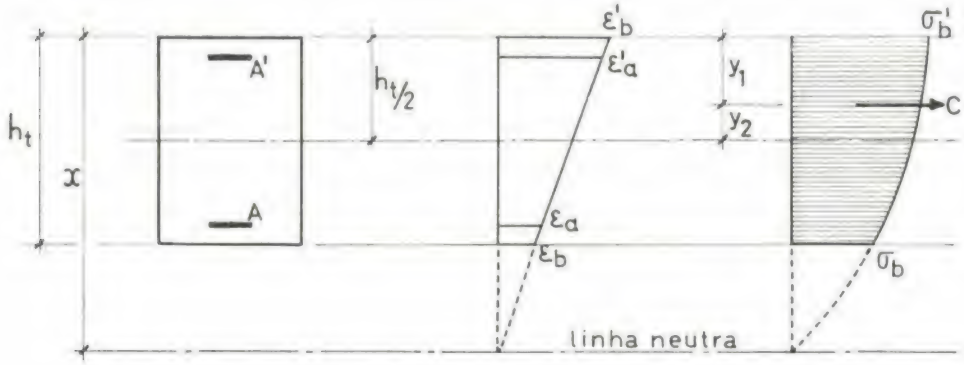
$$y_2 = \frac{h_t}{2} - y_1 = \frac{h_t}{2} - \frac{3}{8} x =$$

$$= h_t \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{8} \alpha\right) = \beta'. h_t \qquad (5.6)$$

com

$$\alpha = \frac{x}{h_t}, \alpha' = \frac{2}{3} \alpha \text{ e } \beta' = \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{8} \alpha\right) \qquad (5.7)$$

Com $x > h_t$ a parábola definidora das tensões de compressão no betão não se forma totalmente dentro da secção, fig. 8.2.



$\varepsilon'_b \leqslant 3{,}5\ ‰$

$\varepsilon'_a \leqslant 2{,}0\ ‰$

$\varepsilon_a \leqslant 10\ ‰$ em tracção e $2\ ‰$ em compressão

Fig. 8.2

Neste caso:

$$C = \left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{h_t}{x}\right)^2\right] b.h_t.\sigma'_b = \alpha'.b.h_t.\sigma'_b \quad (5.8)$$

$$y_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{2 - \left(\frac{h_t}{x}\right)^2}{3 - \left(\frac{h_t}{x}\right)^2}.h_t = \beta.h_t \quad (5.9)$$

e

$$y_2 = \left(\frac{1}{2} - \beta\right) h_t = \beta'.h_t \quad (5.10)$$

com

$$\alpha' = 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{h_t}{x}\right)^2, \quad (5.11)$$

$$\beta = \frac{3}{4} \frac{2 - \left(\frac{h_t}{x}\right)^2}{3 - \left(\frac{h_t}{x}\right)^2}, \quad (5.12)$$

$$\beta' = \frac{1}{2} - \beta \quad (5.13)$$

Os valores de α', β' e $\alpha'\beta'$ podem ser tabelados com toda a generalidade para diferentes valores de α. Os valores de α compreendidos entre 0,10 e 3,0 preenchem suficientemente bem os casos correntes.

Em fase de rotura e para certas excentricidades o betão, o aço de compressão e a armadura de tracção trabalharão em cedência; a partir de determinados valores de x a armadura de tracção trabalhará ainda à tracção mas, em fase elástica e para valores ainda maiores passará a trabalhar à compressão; para valores pequenos de x, dado que se limita a extensão de tracção no aço ($\varepsilon_a \leqslant 10\,^0/_{00}$), a tensão no betão e no aço de compressão não atinge a de cedência.

Considerando a excentricidade total e_t ($e_t = e_o + e_a$) a resistência de cálculo duma secção pode obter-se das equações (5.3) e (5.4):

$$\overline{N} = \alpha'.b.h_t.\sigma_b + A'.\sigma'_a - A.\sigma_a \quad (5.14)$$

$$\overline{N}.e_t = A'.\sigma'_a\left(\frac{1}{2} - \varepsilon'_r\right)h_t + \alpha'.\beta'.b.h_t^2.\sigma_b + A.\sigma_a\left(\frac{1}{2} - \varepsilon_r\right)h_t \quad (5.15)$$

ou

$$\frac{\overline{N}}{b.h_t} = \alpha.\sigma_b + \overline{\omega}'_o.\sigma'_a - \overline{\omega}_o\,\sigma_a = \sigma_r \quad (5.16)$$

$$\frac{\overline{N}}{b.h_t} \cdot \frac{e_t}{h_t} = \overline{\omega}'_o.\varphi'.\sigma'_a + \overline{\omega}_o.\varphi.\sigma_a + \alpha'.\beta'.\sigma_b = \sigma_r.\,e_r \quad (5.17)$$

em que,

$$\overline{\omega}'_o = \frac{A'}{b.h_t};\ \overline{\omega}_o = \frac{A}{b.h_t};\ \varphi' = \left(\frac{1}{2} - \varepsilon'_r\right);$$

$$\varphi = \left(\frac{1}{2} - \varepsilon_r\right);$$

$$\varepsilon'_r = \frac{d'}{h_t};\ \varepsilon_r = \frac{d}{h_t};\ \sigma_r = \frac{\overline{N}}{b.h_t};\ e_r = \frac{e_t}{h_t} \quad (5.18)$$

Como se verificou, para um dado valor de α é possível obter directamente α', β' e $\alpha'\beta'$.

Conforme se verificará, fig. 8 3, conhecidos os diagramas de cálculo dos materiais (Anexo 1 do R. E. B. A.) é possível para cada valor de α conhecer σ_b, σ'_a e σ_a.

Assim, fixados os valores de $\overline{\omega}'_o$ ($^0/_0$ da armadura de compressão) e $\overline{\omega}_o$ ($^0/_0$ da armadura de tracção) é possível determinar unìvocamente para cada valor de α o valor de σ_r (eq. 5.16) e $\sigma_r\,e_r$ (eq. 5.17); o cociente entre estes dois valores fornece a excentricidade relativa $e_r = \frac{e_t}{h_t}$.

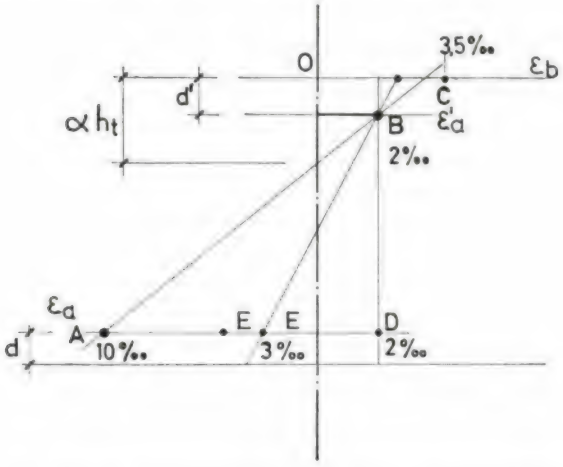
Por outras palavras, fixando a geometria da secção e os materiais, a cada valor de α corresponde um único par de valores $\frac{\overline{N}}{b.h_t}$ e $\frac{e_t}{h_t}$ que satisfaz às equações (5.16) e (5.17).

É assim possível, para cada par de materiais (aço e betão), e várias combinações de $\overline{\omega}'_o$ e $\overline{\omega}_o$ fazer tabelamentos fornecendo σ_r e e_r função de α.

Na prática o problema põe-se, normalmente, de maneira inversa. Conhece-se a geometria da secção, fixam-se os materiais e, em função do par de valores $\frac{\overline{N}}{b.h_t}$ e $\frac{e_t}{h_t}$ (com $\overline{N} = N^*$),

entra-se no quadro e tira-se a armadura necessária.

A determinação de σ_b, σ'_a e σ_a função de α, faz-se como se segue apoiados na fig. 8.3



E — limite convencional de proporcionalidade (4,82 ‰ A 68; 3,66 ‰ A 40 T; 1,0 ‰ A 24).

Fig. 8.3

Para valores de α crescentes (partindo do ponto O, $\alpha = 0$) e fazendo fulcro em A ($\varepsilon_a = 10$ ‰) determinam-se analítica ou gràficamente, as extensões ε'_a e ε_b. Conhecidos ε'_a e ε_b os diagramas de cálculo respectivos fornecem σ'_a e σ_b; $\sigma_a = \sigma^*_a$. Para determinado valor de α é atingido o ponto *B* ou *C*. A partir deste valor e fazendo fulcro no ponto atingido (normalmente *B*) determina-se ε_a e daí σ_a; $\sigma_b = \sigma^*_b$ e $\sigma'_a = \sigma'^*_a$. Para dado valor de α, $\sigma_a = o$ ($\varepsilon_a = o$) passando depois a compressão.

8.4 — Secções Rectangulares com Armadura Simétrica

Neste caso $\bar{\omega}'_o = \bar{\omega}_o$ e $\varphi' = \varphi$; de (5.16) e (5.17), tem-se:

$$\sigma_r = \bar{\omega}_o (\sigma'_a - \sigma_a) + \alpha' \sigma_b \qquad (5.19)$$

$$\sigma_r . e_r = \bar{\omega}_o (\sigma'_a + \sigma_a) \varphi + \alpha' . \beta' . \sigma_b \qquad (5.20)$$

Aplicando o estudo anterior às equações (5.19) e (5.20), considerando $\varepsilon_r = 0{,}10$, obtiveram-se os Quadros 8.1 e 8.2 referentes, respectivamente a "B 225" e aço "A 24" e "B 225" e aço "A 40 T".

No roda-pé dos referidos quadros apresentam-se diagramas que permitem obter fàcilmente $\frac{e_t}{h_t}$, dado $\frac{e_o}{h_t}$ e as condições de varejamento dadas por $\frac{l}{a}$ e k.

Análise de alguns casos particulares

a) $\varepsilon_a = 10$ ‰ e $\varepsilon'_a = 2$ ‰

$\varphi = 0{,}5$ ε_r, com $\varepsilon_r = 0{,}08$ é $\varphi = 0{,}42$

$\sigma'_a = \sigma'^*_a$, $\sigma_a = \sigma^*$, $\sigma^*_b = \tau^*_b$

$$\frac{10}{h_t - \alpha h_t - d} = \frac{2}{\alpha h_t - d'};$$

donde

$$\alpha = \frac{1{,}32}{6} \simeq 0{,}20 \; ; \; \alpha' = 0{,}133 \; ; \; \beta' = 0{,}425 \; ;$$

$$; \alpha' \beta' = 0{,}057$$

Aço "A 24"

$$\sigma_a = \sigma'_a = 2090$$

$$\sigma_r = 0{,}133 \, \sigma^*_b$$

$$\sigma_r . e_r = 0{,}057 \, \sigma^*_b + 1760 \, \bar{\omega}_o$$

Para $\bar{\omega}_o = 0$ %, é $e_r = 0{,}43$

Para, por exemplo, $\bar{\omega}_o = 1$ % e $\sigma^*_b = 130$, é

$$\sigma_r = 17{,}3 \text{ e } e_r = 1{,}45$$

Aço "A 40 T"

$$\sigma_a = 3700 \text{ kgf/cm}^2 \; ; \; \sigma'_b = 3200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_r = 0{,}133 \, \sigma^*_b - 500 \, \omega_o$$

$$\sigma_r . e_r = 0{,}057 \, \sigma^*_b + 2900 \, \bar{\omega}_o$$

Para $\bar{\omega}_o = 0$ % é $e_r = 0{,}43$

Para $\bar{\omega}_o = 1$ % e $\sigma^*_b = 130$ é

$$\sigma_r = 12{,}3 \text{ e } e_r = 3{,}0$$

(Continua)

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

OUTUBRO

I — Breve nota mensal

Durante o mês de Agosto, as afluências ao conjunto do sistema situaram-se abaixo da média, tendo totalizado cerca de 116 GWh, valor a que corresponde uma probabilidade de ser excedido da ordem dos 80 % e um coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica de 0,78.

As afluências acumuladas desde o início do ano hidrológico, continuam a apresentar uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 77 % e representam 0,82 do respectivo valor médio.

O desarmazenamento no conjunto das albufeiras, durante o mês de Agosto, foi de cerca de 211 GWh, atingindo-se o fim do mês com armazenamento de 875 GWh, correspondente a 41 % do máximo enchimento possível.

II — Elementos gerais (GWh)

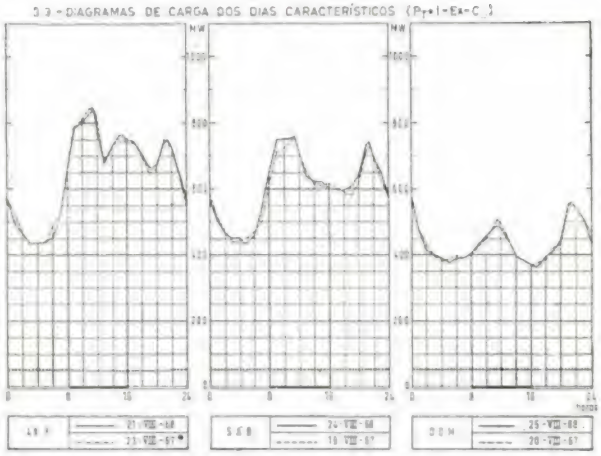
	a) Mensais 1967	a) Mensais 1968	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	425,6	309,9	— 27
Produção térmica (P_t)	14,8	127,3	+ 760
Produção total (P_T)	440,4	437,2	— 1
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	0,4	0,2	— 50
Exportações (Ex)	1,5	1,6	+ 7
Importações (I)	8,8	13,6	+ 55
Saldo importador (S_I)	+ 7,3	+ 12,0	+ 64
Cons. em bomb. hidroelé. (C_b) (1)	0,0	0,0	0
Produção para consumos perman. (P_{cp}) (2)	376,1	412,1	(1) + 9,6
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}) (3)	72,0	37,3	— 48
Total	448,1	449,4	0
Coeficiente de hidraulicidade	0,91	0,78	—

NOTA:

(1) O aumento percentual da produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais é respectivamente de 9,6 e 10,9 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1967	4.ª feira: 1968
Produção hidráulica		(P_h) MWh	15 402	12 379
Produção térmica		(P_t) MWh	0	3 030
Produção total		(P_T) MWh	15 402	15 409
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	50	30
	Import.	(I) MWh	350	380
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	0
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	13 305	14 531
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2 397	1 228
TOTAL		$P_T + (I - Ex)$ MWh	15 702	15 759
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	843	842
		Potência mín. MW	439	434
		Utiliz. da ponta horas	18,6	18,7
		Factor de carga	0,78	0,78
	P_{cp}	Potência máx. MW	746	793
		Potência mín. MW	331	380
		Utiliz. da ponta horas	17,8	18,3
		Factor de carga	0,74	0,76



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês % (1)
Alto Rabagão	363,2	37,3
Paradela	121,8	54,7
Venda Nova	89,1	77,4
Salamonde	27,4	99,3
Caniçada	22,8	68,9
Vilar	38,8	38,6
Cabril	227,5	67,0
Castelo do Bode	80,4	49,3
Guilhofrei	4,5	54,2
Lagoa Comprida	30,2 (2)	78,3
Santa Luzia	50,1	81,7
Pracana	9,7	75,2
Póvoa	10,4 (3)	83,7
Total { com A. Rabagão . . .	1 085,9	51,2
Total { sem A. Rabagão . . .	722,7	62,9

NOTAS

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 2,8 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,5 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,7 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 1,6 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

C. D. U. 621.643

NOTA TÉCNICA

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMA DOS ACESSÓRIOS DE TUBAGEM

1 — CASO DAS TUBAGENS COMO CONDUTAS DE LÍQUIDOS

A forma interior dos acessórios das tubagens para condução de líquidos deve ser estudada tendo em vista não só as condições de funcionamento corrente como também as condições de funcionamento inicial ou final, isto é, quando a tubagem entra em serviço estando prèviamente cheia de ar ou quando se esvazia.

1.1 — **Funcionamento corrente**

Para um bom funcionamento corrente deve procurar-se a forma que dê menor perda de carga e menor possibilidade de cavitação. Assim devem evitar-se:

1.º — Ângulos bruscos nos filetes líquidos, ocasionando turbilhões.
2.º — Variações de secção, ocasionando acelerações locais no escoamento do líquido.

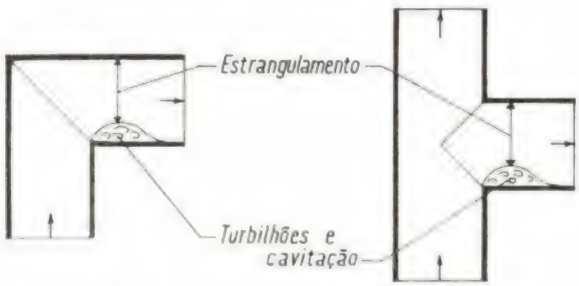


Fig. 1 — Acessórios correntes de formas desaconselhadas

Observando certos acessórios de fabrico corrente, verifica-se, por vezes, que a sua forma foi determinada apenas pela geometria pura. Na fig. 1 reproduzem-se dois casos em que se demonstra que o desenhador do molde da peça sabia geometria mas em que o escoamento tem as graves deficiências apontadadas na mesma figura. Esta característica é tanto mais grave quanto mais «perfeita» é a execução da peça. Com efeito, há a ideia muito generalizada, de que um bom acabamento exige «arestas vivas». Assim, e apesar da difusão cada vez maior dos conhecimentos da resistência dos materiais, o pedreiro continua a fazer a aresta da parede de encontro a uma régua muito bem aplainada, o canteiro faz as suas arestas a cinzel, etc., quando, afinal, é pelas «arestas vivas» que geralmente as suas obras «morrem».

As arestas vivas devem ser eliminadas do interior dos acessórios das tubagens arredondando-se o mais possível as mudanças de direcção. Este arredondamento, fácil nos joelhos, curvas e cones, pode ser delicado, por exemplo, nos tês, pois, pode ocasionar um aumento de secção (originando perda de carga) se não for acompanhado de um conveniente estreitamento na direcção transversal. No que respeita aos cones, que afinal deixam de ter a forma cónica, pode até, talvez, haver encurtamento em relação aos comprimentos dos modelos correntes.

1.2 — **Funcionamento inicial ou final**

Para permitir uma fácil e rápida entrada em serviço de uma canalização e um perfeito e completo esvaziamento para reparação ou limpeza, convém que as tubagens a ligar, sendo de diâmetro diferente, não fiquem centradas como nos acessórios correntes (fig. 2), mas sim descentradas de forma a ficarem complanares as geratrizes superiores ou inferiores das tubagens (fig 3).

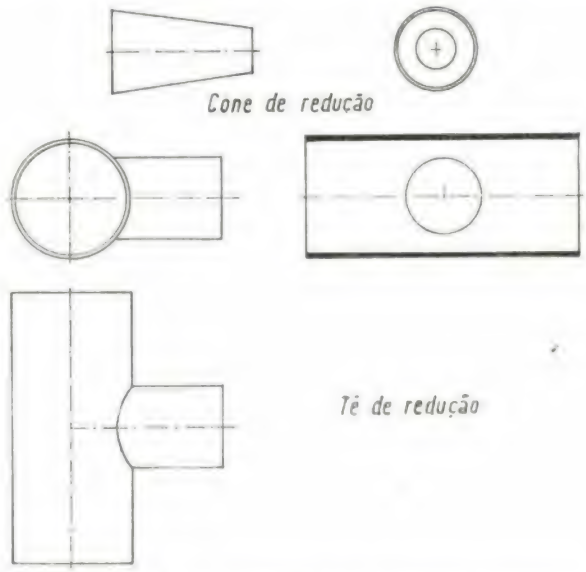


Fig 2 — Acessórios correntes para tubagens centradas. Formas desaconselhadas

Consegue-se, assim, evitar os inconvenientes frequentes dos acessórios correntes: bolsas de ar quando a canalização entra em serviço ou imperfeito esvaziamento quando se pretende suspender o mesmo (fig. 4).

É claro que, quando se dispõe de condições para estabelecer correntes de apreciável velocidade, tanto o ar como os sedimentos, podem ser arrastados para além dos planos de nível indicados na fig. 4.

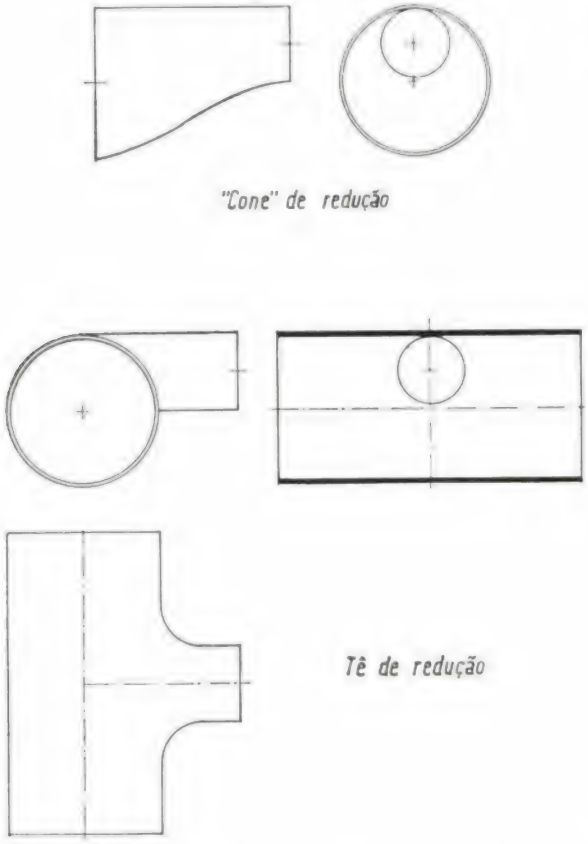


Fig. 3 — Acessórios para tubagens descentradas. Formas aconselhadas

Os acessórios excêntricos têm ainda outra vantagem que é a de permitirem uma montagem mais correcta em grande parte dos casos. Com efeito, todas as geratrizes superiores ou inferiores ou de um lado podem ficar num mesmo plano. Assim as tubagens, se forem subterrâneas, podem em grande parte dos casos, ficar todas (dos diâmetros maiores aos menores) à mesma profundidade; se forem assentes, num pavimento ou suspensas de um tecto, podem ficar, em grande parte dos casos, à mesma cota acima daquele ou abaixo deste; se forem colocadas numa parede, embebidas ou à vista, podem ficar todas à mesma distância do paramento desta.

2 — CASO DAS TUBAGENS COMO ESTRUTURAS DE SUPORTE

A forma dos acessórios para emprego das tubagens metálicas como estruturas de suporte tem pouca importância, mas, mesmo assim, convém referir que as formas aconselhadas nos capítulos anteriores não tem, geralmente, qualquer inconveniente, quando se dá aos tubos esta utilização e pode, até, ter vantagem em relação aos acessórios centrados. Com efeito, quando se pretende, por exemplo, revestir a estrutura de chapa ou rede, os acessórios excêntricos permitem um perfeito assentamento mesmo que se empreguem tubos de diferentes diâmetros, pois, as geratrizes dos tubos na face a revestir encontram-se todas no mesmo plano.

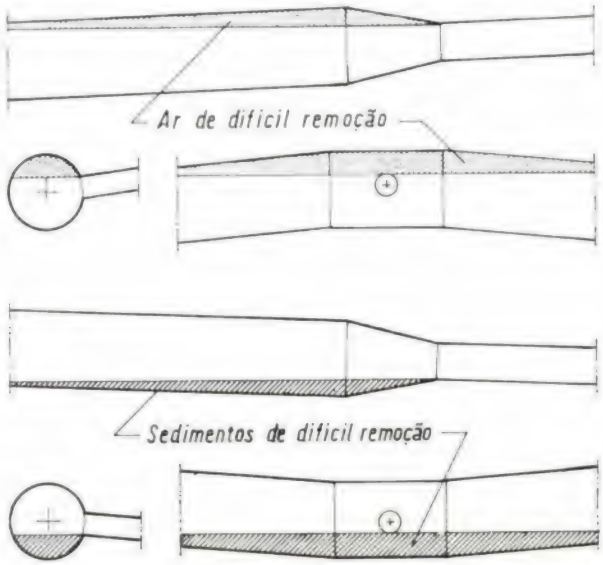


Fig. 4 - Acessórios correntes. Inconvenientes

3 — CONCLUSÃO

Do exposto parece poder concluir-se que os acessórios das tubagens deveriam (a) ter uma forma interior hidràulicamente bem estudada e (b) serem excêntricos.

Deve notar-se que estes acessórios excêntricos substituem em tudo os centrados, pelo que uma vez que se empreguem aqueles o uso destes pode cessar.

Porém, a execução de todos os acessórios excêntricos levaria a um grande número deles pois, as cruzetas teriam que ser duas (uma com os ramais alinhados outra com um ramal em cima e outro em baixo) e as forquilhas também teriam que ser duas (uma com ramal em cima outra com o ramal em baixo).

Por isso se preconiza que a excentricidade dos acessórios se estenda apenas aos tês e aos cones.

Para se obter o efeito desejado, as cruzetas e as forquilhas de redução, implicarão a utilização de duas peças: a cruzeta ou forquilha sem redução e um cone de redução. Esta solução talvez não ocasione tanta despesa como pode pensar-se porque as quantidades de acessórios em armazém diminuem e além disso os cones com as formas curvas preconizadas, serão provàvelmente mais curtos e, portanto, mais baratos que os correntes.

Resumindo, preconiza-se:

a) Emprego de

Cruzetas sem redução de diâmetro
Forquilhas » » » »
Tês com » » » excêntricos

Cones excêntricos

b) Cessação do emprego de:

Cruzetas com redução de diâmetro
Forquilhas » » » »

Tês com redução de diâmetro centrados

Cones centrados

Não tenho, porém, grande esperança que das considerações feitas resulte, a breve prazo, qualquer melhoria nos acessórios. Com efeito, é muito difícil sair de certos ciclos viciosos. O projectista e o utilizador só consideram os materiais que se encontram no mercado; o vendedor só tem para vender o que é procurado...

António Manuel de Vasconcelos
Engenheiro Civtl

NOTICIÁRIO

Conferência sobre o Ensino de Engenharia

Por resolução adoptada na XIV Conferência Geral da UNESCO, celebrar-se-á em Paris entre os dias 9 e 14 de Dezembro de 1968, uma Conferência Internacional sobre as tendências do ensino da Engenharia e formação de Engenheiros. Terá o carácter de tribuna livre para confrontação de opiniões e experiências, dos especialistas.

Discutir-se-ão entre outro os seguintes temas:

— Condições gerais de um sistema de ensino de Engenharia.
— Planos modernos de estudos para as Escolas de Engenharia.
— Problemas relacionados com o processo educativo, etc., etc..

Publicações do L. N. E. C.

Acaba o Laboratório Nacional de Engenharia Civil de editar uma lista das suas publicações, através das quais promove a divulgação dos resultados dos estudos que realiza, e que abrangem os domínios da engenharia civil e ciências afins.

Além das séries de Memórias e Especificações que contam já mais de meio milhar de números, refere-se a lista a anais de reuniões internacionais promovidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a pareceres de apreciação de novos materiais e processos de construção (documentos de homologação), programas de cálculo automático de pórticos e outras estruturas, características de madeiras nacionais, metropolitanas e ultramarinas, informações sobre custos directos dos trabalhos da construção civil e tabelas para o cálculo de betão armado segundo o novo regulamento.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil fornece a todos os interessados, que para o efeito se lhe dirijam, exemplares da lista das suas publicações.

5.ª Bienal de Equipamento Eléctrico

A 5.ª Bienal de Equipamento Eléctrico, exposição consagrada aos materiais eléctricos e electrónicos, destinados ao equipamento da Indústria e dos Serviços Públicos, terá lugar em Paris de 27 de Maio a 4 de Junho de 1970.

Será integrada na exposição internacional Mesucora que decorre na mesma data no Palais de la Défense (C. N. I. T.), na qual a Bienal de Equipamento Eléctrico ocupará o primeiro nível.

A última manifestação teve lugar de 20 a 30 de Maio de 1968. Apesar da paralisia quase total do país durante este período, recebeu 25 000 visitantes.

Comunicação na Indústria da Construção — Classificação e codificação para uso de computadores

No período de 17 a 19 de Junho de 1968, o Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l' Étude et la Documentation (C. I. B.) realizou em Oslo um Simpósio sobre "Computadores — Uma nova Ferramenta da Indústria da Construção".

O Simpósio foi organizado pelo Instituto Norueguês de Investigação da Construção e reuniu cerca de 120 participantes de países europeus, do Canadá, da Turquia e de Israel.

Todas as comunicações e discussões constituem uma importante colecção de relatos que descrevem a investigação em curso neste domínio em 15 países e estão agrupados no "Rapport n.º 13 B" que constitui uma das publicações actuais mais avançadas na matéria.

O livro pode ser encomendado directamente ao Norwegian Building Research Institute, Forskningsveien 3 B, Blindern, Oslo 3, Norway ou ao Secretariado do C. I. B., P. O. Box 299, Weena 700, Rotterdam, Netherlands, pelo preço de 240 coroas norueguesas.

Resumos dos artigos publicados na Técnica n.º 381

Ano XLIII — Outubro 1968

Luís Maltez C. D. U. 517.11

Trajectória dum sistema

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pág. 1-6.

Apresenta-se uma possível forma de descrição matemática da trajectória dum sistema. Este problema particular integra-se no breve estudo dos sistemas iniciado pelo autor na "Técnica" n.º 378, com o artigo "Introdução ao Estudo dos Sistemas", no qual devem ser procuradas as definições das noções básicas agora utilizadas.

A. M. R. Marrecas C. D. U. 536.2.01

Da teoria da fonte móvel num meio infinito a duas dimensões

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pág. 7-12.

Generaliza-se ao regime transiente a solução da equação do calor no caso de uma fonte móvel com velocidade constante num meio infinito a duas dimensões É usada a transformada de Laplace.

Lobo Fialho
Machado Gonçalves C. D. U. 624.042.5

O efeito das variações térmicas sinusoidais nas estruturas laminares de comportamento elástico linear

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pág. 13-26.

Os estados de tensão criados numa peça laminar de betão pelas oscilações térmicas ambientes podem ser analisados por métodos numéricos, se se considerarem aceitáveis determinadas hipóteses relativas à transmissão do calor e às propriedades termo-elásticas do betão. Depois de se formularem as bases para esta análise, desenvolve-se um método de cálculo numérico em termos das componentes dos deslocamentos de pontos discretos duma casca de geometria arbitrária.
O método é exemplificado na análise do estado de tensão duma barragem casca submetida às oscilações anuais de temperatura.

Vasconcelos Paiva C. D. U. 624.07 : 519.3
624.025.2.002.22

O dimensionamento e a optimização de pavimentos pré-fabricados

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pág. 27-40.

Definem-se neste trabalho os esquemas de dimensionamento analítico dos pavimentos pré-fabricados com vigotas de betão pré-esforçado, utilizados no LNEC, e discutem-se os parâmetros que estão na base da optimização das vigotas, na fase do seu dimensionamento.
Finalmente, analisam-se diversos critérios de optimização duma gama de pavimentos daquele tipo, com vista à sua redução aos elementos de aplicação mais favorável.

Madeira Costa C. D. U. 624.072.2 [539.413]

Dimensionamento de secções de betão armado com compressão, em relação à rotura

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pág. 41-49.

Nos capítulos seguintes será apresentado o dimensionamento em relação à rotura de secções de betão armado submetidas a esforços de compressão. Serão tratados sucessivamente os casos de compressão simples, flexão composta e flexão desviada.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 381

XLIII — October 1968

Vasconcelos Paiva

U. D. C. 624.07 : 519.3
624.025.2.002.22

Dimensionation and optimization of pre-fabricated floors

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pp. 27-40.

The analytic design schemes in use at the Laboratório Nacional de Engenharia Civil for prefabricated floors with prestressed concrete joists are presented, and the parameters which govern the optimization of joists in the design stage are discussed.
Finally several optimization criteria in use for different floors of this type are analyzed with a view to selecting the floors with optimum application.

Luís Maltez

U. D. C. 517.11

Trajectory of a sistem

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pp. 1-6.

A mathematical description of the trajectory of a system is presented. This is a particular problem within the brief study of systems started by the author in "Técnica" n.º 378, with the paper "Introdução ao Estudo dos Sistemas" In that paper can be found the definitions of the basical notions here used.

J. Madeira Costa

U. D. C. 624.072.2 [539.413]

Dimensionation of concret sections submited to compression, in relation to rupture

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pp. 41-49.

In the following chapters the study of elements submitted to compression (concentrically and eccentrically loaded) will be presented.

A. M. R. Marrecas

U. D. C. 536.2.01

About the theory of a moving heat source in a two dimensional infinite media

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pp. 7-12.

The solution for two-dimensional heat flow due to a constant velocity moving heat source is extended to transient case. Laplace transform is used.

Lobo Fialho
Machado Gonçalves

U. D. C. 624.042.5

Efect of sinusoidal thermic variations in concrete shells of linear elastical behaviour

Técnica No. 381 — XLIII — 10. 1968, pp. 13-26.

The state of stress in a concrete shell due to the surrounding temperature changes can be analyzed by numerical methods if some hypotheses concerning heat transmissions and thermo-elastic characteristics of the concrete are accepted.
In the present work the basis for this numerical analysis is developed for shells with arbitrary shapes. The proposed method is exemplified in study of stress in a shell dam due to the annual temperature variations.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Emilio Cruces, Vladmiro Oliveira e Ramos Correia.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 351.812.111

Sobre los criterios de proyecto de puentes y viaductos — *Ernesto M. Baron e Domingo Escudero Lopez.*

Rev. de Obras Públicas, 1-1968. n.º 3033, pág. 33.

Com vista a manter uma informação actualizada para o projecto de pontes, assinalam-se os critérios seguidos em colaborações realizadas mais recentemente, incluindo uma informação gráfica.

C. D. U. 378 : 669 : 621.74

O ensino da metalurgia na Universidade de Leeds — apontamento de uma visita — *C. J. Pereira Nicolau.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 28, 1968, pág. 37.

Trata-se de um resumo objectivo das impressões recolhidas pelo autor durante uma visita que fez ao Departamento de Metalurgia de Leeds. Dá-se atenção particular ao ensino da fundição.

C. D. U. 517.5 : 517.9

Theorèmes de moyenne et de différences divisées généralisées — *I. M. Miu.*

Buletinul Institutului Politehnic, Gheorghe Gheorghiu — Def, 1-2-968, vol. 29 n.º 1 pág. 17.

O autor indica as grandes possibilidades de extensão dos teoremas, quer para funções a uma como a várias variáveis, ao cálculo diferencial, integral e equações diferenciais.

C. D. U. 534-8 : 531 5

Analogie entre les ondes de gravité et les ondes ultrasonores — *J. P. Lepetit.*

B. D. E. R. — Electricité de France, 1967, n.º 4/A.

Apresenta um estudo teórico e bibliográfico das ondas de Lamb (ondas elásticas numa placa), um estudo experimental da propagação dessas ondas e os resultados práticos da analogia obtida entre a refracção da vaga e a refracção das ondas de Lamb.

Paralelamente expõe-se um método de cálculo numérico de refracção da vaga cujos resultados são comparados com o da onda ultrasonora.

C. D. U. 536.76 : 541.124

Significance of the activation parameters in organic chemistry — *O. Exner.*

Industrie Chimique Belge 4-968, vol. 33, n.º 4 pág. 343

C. D. U. 539.16 : 532 : 531.7 : 621.38 : 539.155.2

A. new improved radioactive viscometer — *H. N. Fuia I. I. Ponner.*

Buletinul Institutului Politehnic, Gheorghe Gheorghiu — Def, 1-2-968 vol. 29 n.º 1 pág. 73.

C. D. U. 547.5 : 66.091

Quelques aspects de la chimie des petits cycles — *J. Jaz.*

Industrie Chimique Belge 1-968, vol. 33, n.º 1 pág. 5.

A química dos pequenos ciclos, microciclos, tem-se desenvolvido muito no decorrer dos últimos quinze anos.

Apresenta-se neste artigo uma descrição dos modos de síntese do ciclopropano, ciclopropeno, ciclobutano, ciclobuteno e seus derivados, como contribuição para esse estudo.

C. D. U. 547.53

Extraction des aromatiques par le diméthylsulfoxide — *C. Raimbault.*

Industrie Chimique Belge, 3-68, vol. 33, n.º 3, p. 249.

A termodinâmica permite testar as qualidades de um solvente a partir de um número mínimo de experiências. Assim, o D. M. S. O. foi escolhido entre outros compostos como solvente dos aromáticos.

C. D. U. 548.53 — 162 : 519.28 = 6

Sobre la recuperación de las propriedades después del

Publicidade com critério.

Anuncie na

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA MECÂNICA

•

TRABALHOS DE PINTURA E ESTUQUES

Telefones:

P. P. C. A. 56 00 51 e 38 70 00

End. Telegráfico: «CONSTRUÇÃO»

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

Estrada de Moscavide, 17-19

Telefone 38 90 72

LISBOA

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S. BENTO, 644-3.º

Telefones: 68 80 96/7/8 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Consultor: **Walter Weyermann**

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISAO, de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA - ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

ROLAMENTOS AXIAIS DE ROLOS "INA"

De simples e duplo efeito.
Diâmetro do veio de 15 a 200 mm. Capacidade de carga C 760 até 226.000 kgs.
Para cargas axiais elevadas.

trabajado en frio — *M. Torralba ; J. J. Regidor ; J. Alguerò.*

Revista de Metalurgia — CENIM, 5-6-68, vol. 4, n.º 3, pág. 278-285.

Desenvolve-se uma nova equação cinética do processo de recuperação de propriedades em metais, depois de trabalhado em frio. Nesta equação tem-se em conta as influências de restauração, nucleação e crescimento de grãos.

C. D. U. 551.482.215.3 (282.261.3)

Aproveitamento hidroeléctrico de Carbora-Bassa: dimensionamento hidrológico dos orgãos de descarga — *Júlia Ferreira dos Santos.*

Electricidade, 7-8-968, n.º 54, pág. 236.

Este artigo tem por objecto expor as considerações de ordem hidrológica que, através de diversas tentativas, conduziram ao dimensionamento adequado dos orgãos de descarga, assim como à fixação da curva-guia superior a seguir na exploração da albufeira nos períodos de águas altas.

C. D. U. 621.745

A fusão em cubilote. Selecção e composição das matérias-primas. Condução da fusão — *M. Caldeira Pereira.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 28, 968, pág. 9.

O autor apresenta os principais aspectos de ordem geral ligados à fusão com cubilotes de vento frio, apontando os prejuízos ocasionados por uma condução deficiente. O texto inclui considerações sobre matérias-primas (classificação e granulometria), composição de cargas e defeitos de fundição.

C. D. U. 621.771.016.3 : 621.316.7

Le développement des équipements de commande et de régulation automatique pour laminoirs à froid — *Tack Jean-Pierre.*

Rev. Brown Boveri, 5-6-967, vol. 54, n.º 5/6, págs. 263-274.

A Sociedade Browns Boveri realizou novos dispositivos geradores de instruções de serviço, dispositivo de paragem automática no fim da fita e novos métodos de regulação para bobinadoras.

Devido à automatização completa dos laminadores mencionam-se também os dispositivos de regulação da espessura, do controle de qualidade e de programação.

C. D. U. 621.771.237-52

Aspects de l'automatisation des lignes de travail pour bandes — *Schellenberg Hansjörg e T. Jean Pierre.*

Revue Brown Boveri, 5-6-967, tomo 54, n.º 5/6, pág. 286 a 291.

C. D. U. 621.791.3.04 = 6

Soldeo a taja temperatura — *J. Lechant.*

Revista de Metalurgia, 5 6 68, vol. 4, n.º 3, p. 307-315.

C. D. U. 621.83

Configuración y capacidad de carga de los engrenajes — *M. J. French, M. A., M. Sc.*

DYNA, 1-68, ano 43, n.º 1, pág. 49.

A maior parte das engrenagens de eixos paralelos, cuja finalidade primária é a transmissão de potência, costumam ser do tipo "envolvente" embora se tenham tentado outros perfis com a intenção de aumentar a capacidade de carga. Neste artigo propomo-nos examinar essas possibilidades.

C. D. U. 622.782.6 : 622.344.6-15 = 6

Tostación en hornos de turbulencia de concentrados de cinc — *A. Formoso ; A. de la Cuadra ; J. L. Limpo.*

Rev. de Metalurgia — CENIM, 5-6-968, vol. 4, n.º 3, pág. 296-302.

Apresenta-se uma técnica experimental que permite conhecer a velocidade de tostação de um determinado concentrado nas condições de trabalho de um forno de turbulência.

C. U. D. 624

Contributions à l'étude des efforts et des déplacements dans les terrains des fondations — *Al. Eftimie.*

B. I. P. Din Iasi, 1968, vol. 14, n.º 1-2, pág. 541.

C. D. U. 624.07 : 691

Considérations sur les coupoles sphériques aplaties avec l'anneau d'appuipré contraint — *C. Leonte, Anatolie Mihul.*

B. I. P. Din Iasi, 1968, vol. 14, n.º 1-2, pág. 551.

C. D. U. 624.131.4

El penetrometro como instumento para el estudio de los terrenos — *Gonzalo Navacerrada Farias*

Rev. de Obras Publicas, II-968 n.º 3034, pág. 99.

Os diferentes tipos de penetrómetros utilizados no reconhecimento de terrenos e o seu interesse na identificação e caracterização das camadas que constituem o terreno.

C. D. U. 627.532

Drenaje de suelos con el sistema de Wellpoint — *Francisco Zapata Tejedor.*

Rev. de Obras Publicas, 5-968 n.º 3037, pág. 361.

Divulgação e aplicações do método Wellpoint.

novidades rotring

O rebitógrafo rotring

é o primeiro que trabalha com ponteiras de tinta-da-china. A construção particularmente feliz do porta-ponteiras permite uma distribuição equilibrada do peso de ambos os lados do eixo de rotação, facultando assim à ponta que desenha um movimento regular e suave em torno do centro de gravidade. O círculo mais pequeno que se pode fazer tem 0,7 mm de diâmetro exterior. Ref. 1606

Jogo combinado VARIANT/compasso para técnicos, em estojo de metal revestido. Ref. 1199

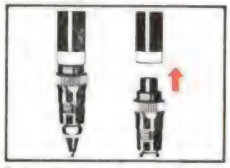
lapiseira de desenho rotring

Mais um produto da técnica avançada rOtring, com freio regulável, pinça de precisão de 4 garras e centro de gravidade situado na ponta. Ref. 1305

enchimento extra-rápido com cartuchos rotring de tinta-da-china

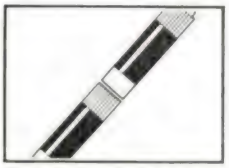
Cómoda, segura e rápida é a manipulação dos novos cartuchos rOtring, que servem nos sistemas rOtring VARIANT e VARIOSCRIPT
Pode escolher entre 6 cores diferentes de tinta-da-china rOtring

Os cartuchos rOtring transformam imediatamente os sistemas rOtring de tinta-da-china numa caneta de cartucho.



Pode colocar um segundo cartucho, como reserva, encaixa no primeiro e há espaço suficiente no cabo.

Enroscar a ponteira no cabo - é tudo!



Tirar o depósito da parte dianteira, introduzir o cartucho até à rosca (há uma leve resistência)

aparos para escantilhões rotring

Estes aparos só têm duas partes, pelo que a sua manutenção é mais simples. Inclinação sempre adequada. O orifício de enchimento, e/ou de respiração, nunca fica tapado. Um apoio prático permite pousar o aparo nos intervalos do trabalho. Para letras com alturas de 1,4 - 20 mm.

À venda nas casas da especialidade.

C. D. U. 621-23 : 621.8.02 : 625.2

Contributions to the unifying of the graphical calculations for the railway traction by adopting the unitarian scales — *N. I. Manolescu, L. Buda.*

B. I. P. «Ghéorghe Gheorghiu-Def», 1-2-968 vol. 29, n.º 1, pág. 109.

C. D. U. 621-23/.3 : 621.8.02/.03 : 531 : 621.642 : 621.791.052

Mécanismes pour la soudure des portions elliptiques des récipients — *N. I. Manolescu, M. Dranga, S. Cepleu.*

B. I. P. «Gheorghe Gheorghiu-Def», 1-2-968, vol. 30, n.º 1, pág. 47.

O presente trabalho apresenta as condições que devem ser realizadas pelos mecanismos destinados à soldadura dos fundos elípticos confeccionados em pétalas.

C. D. U. 621 - 23/-3 : 621.8.02/03 : 531.1

High — Speed Cams — *Iolanda Roban, I. Tempea.*

B. I. P. "Gheorghe Gheorghiu - Def.", 1 - 2 - 968, vol. 30, n.º 1, pág. 68.

Neste artigo põe-se em evidência a necessidade de tomar em consideração no estudo de mecanismos de cames, as acelarações de ordem superior e da elasticidade dos elementos; analisam-se as leis do movimento correspondentes.

C. D. U. 621.224 : 532.52

Contribution à l'etude de l'érosion de cavitation dans les turbomachines hydrauliques - *R. Canavelis.*

Bulletin de la Direction des Etudes et Recherches — Electricité de France — 967 n.º 2 - sup..

Depois de recordar as condições do aparecimento das bolhas de cavitação e o seu lugar directo no fenómeno da erosão, estuda primeiro que tudo o comportamento teórico partindo de um modelo matemático.

Numa segunda parte puramente experimental estuda as leis físicas da erosão.

No fim apresenta uma tentativa de utilização das leis estabelecicas para prever a erosão nas turbomáquinas industriais.

C. D. U. 621 : 313.2

Nuevas Tecnicas en la Construcción de Colectores de Máquinas de Corriente Continua — *Pedro San Sebastian Mugica.*

DYNA — 5/968, ano 43, n.º 5, pág. 273.

Na construção de máquinas eléctricas de corrente contínua - motores — geradores — empregaram-se nos últimos anos novos processos técnicos que facilitaram a sua utilização em aplicações extremamente duras (tracção eléctrica, trens de laminação, guindastes de ponte, etc.).

C. D. U. 621.316.718.5 : 621.314.57

Moteurs triphasés alimentés par des convertisseurs statiques avec réglage de vitesse sans pertes — *Stemmler Herbert.*

Rev. Brown Boveri, t. 54 (1967), n.º 5/6, p. 217 à 232.

O autor classifica os diversos tipos de convertidores conforme o tipo de conversão efectuada, o modo de comutação aplicada e o modo de ajustamento da tensão. Descreve diferentes convertidores e equipamento eléctrico compreendendo convertidores e motores cuja velocidade pode ser regulada sem perdas.

C. D. U. 621.332.31 : 621.336.3 : 656.222.1

Captation du courant à grande vitesse. Problèmes de la catenaire et du pantographe — *H. Ebeling.*

Bulletin Mensuel de l'Association Internationale du Congres des Chemins de Fer, 3-968, vol. 45, n.º 3, p. 211.

Pretende-se esclarecer pela teoria e pelo estabelecimento de fórmulas as relações complicadas que existem no contacto móvel entre pantógrafo e a cantenária.

C. D. U. 621.362

Instalações combinadas de produção de energia por turbinas de gás e vapor — *Ilidio Mariz Simões.*

Electricidade, 7-8, 968, n.º 54, pág. 256.

O autor estuda o problema do aproveitamento dos gases de escape de uma turbina a gás e analisa detalhadamente os vários factores que intervêm na determinação do custo e do rendimento dos sistemas combinados.

C. D. U. 621.436.001 : 282-833.6

Realização dum motor Diesel de grande potência para locomotivas — *T. Schur.*

Rev. Técnica Sulzer 967, vol. 15, n.º 3/4, pág. 92-99.

A tracção Diesel na Europa Ocidental.

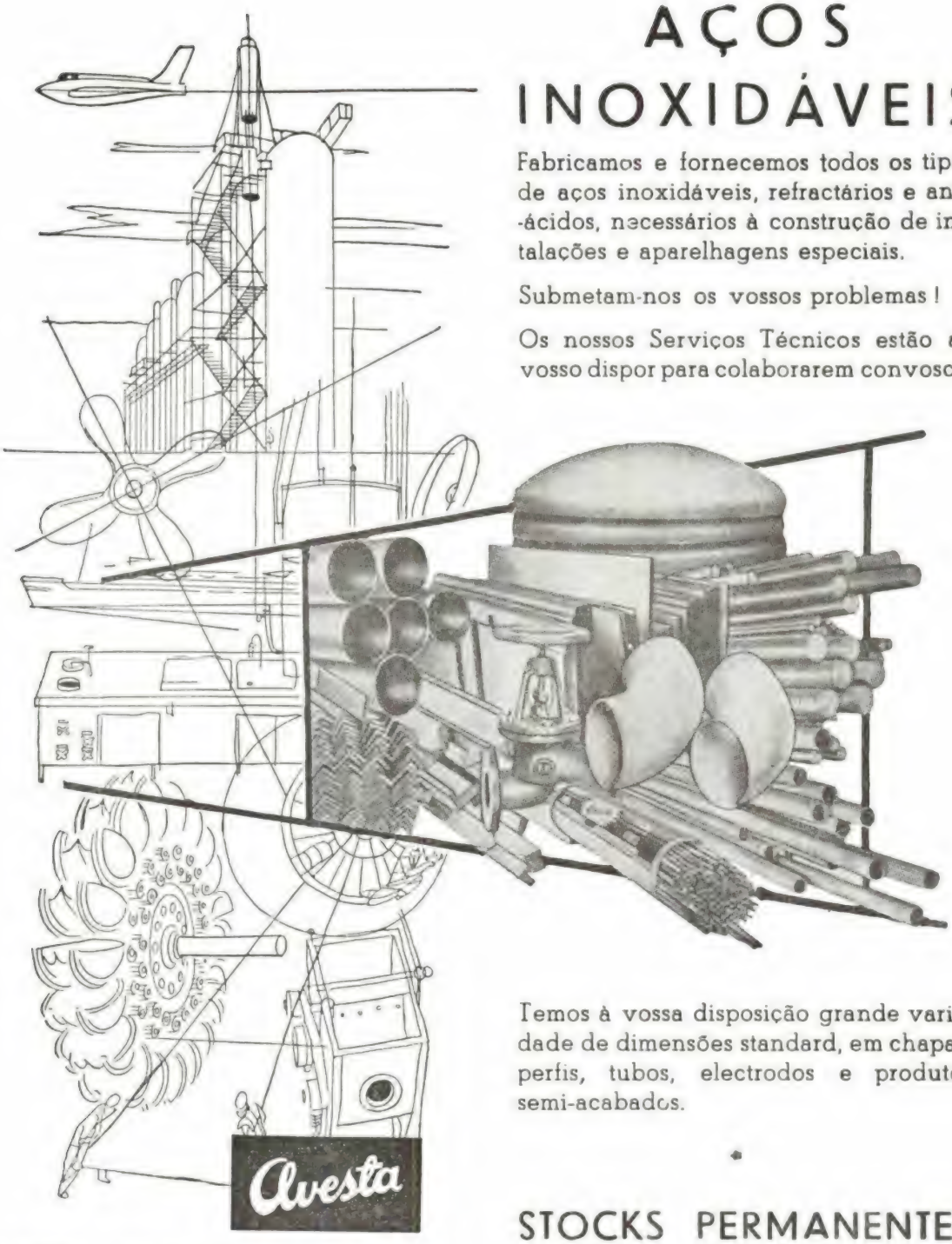
Realização do novo motor Diesel Sulzer da série Lvaza. Bases de estudo, realização prática e investigações. As principais peças constituintes. Possibilidades de desenvolvimento futuro.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.515-154

Compressores de ar destinados a instalações de grande potência a pressão elevada — *M. Wachter.*

Rev. Técnica Sulzer 967, vol. 15, n.º 3/4, pág. 100-111

Retrospectiva das realizações da fábrica Sulzer no domínio dos turbo-compressores.

Dados relativos ao campo de aplicação, ao rendimento isotérmico e ao comportamento em marcha de grupos compressores axiais/axiais e axiais/centrífugos com refrigeração intermédia.

Escolha do modo de accionamento adequado.

Exemplos de execução.

C. D. U. 621.512.262.62

Compressores de êmbolo seco com labirinto ou com segmentos de matéria plástica — *A. Zürcher e H. Meier*

Rev. Técnica Sulzer, 967 vol. 15 n.º 3/4 pág. 112-117

Desenvolvimento do compressor de êmbolo seco com labirinto. Ensaios de compressores de êmbolo seco com segmentos de matéria plástica, resultados des ensaios, medidas comparativas de rendimento, características de construção.

C. D. U. 629.1.039 : 656.222.1 (44)

Evolution et perspectives de développement de la technique de l'aérotrain — *F. Giraud.*

B. M. A. I. du Congrés de Chemins de Fer, 3-968, vol. 45, n.º 3, pág. 289.

C. D. U. 658

El metodo de Montecarlo — Aplicaciones a problemas de esperas, stocks y supervivencia de mecanismos — *A. Fz. de Trocóniz y A. Herrero Buesa.*

Dyna, 1-968, ano 43, n.º 1, pág. 3.

Os calculadores electrónicos, permitiram que o método de Montecarlo seja uma realidade.

O artigo de carácter exclusivamente prático apresenta resumidamente o seu fundamento e algumas aplicações que hão-de orientar o leitor como pode usá-lo em outras aplicações.

C. D. U. 669.131 : 621.74

O ferro fundido com grafite esferoidal — *H. Mühlberg e H. Träger.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 28, 968, pag. 29.

O texto é a 1.ª parte de uma tradução abreviada de um relatório publicado na Revue de l'Activité Metallgesellchaft sobre o desenvolvimento e o estado actual da produção de ferro nodular.

Os pormenores técnicos são explicados no texto nas suas relações com o princípio que preside à fabricação do ferro nodular.

C. D. U 669.131.8 : 621.74

Introdução à metalurgia do ferro maleavel — *Jorge Vasconcelos.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 27, 968, pág. 23.

Trata-se, essencialmente, da reprodução da conferência realizada na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto sobre o assunto em rubrica. O autor, com base no diagrama de equilíbrio das ligas ferro-carbónicas e nos princípios fundamentais da metalurgia, faz uma introdução à tecnologia do ferro maleável.

C. D. U. 669.35 : 389.6 :621.74

Importância da normalização na recuperação de ligas de cobre — *C. J. Pereira Nicolau.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 27, 968, pág. 9

As dificuldades de aquisição de ligas de cobre para fundição provocaram a necessidade de recorrer à utilização racional e económica de sub-produtos e sucatas; essa necessidade é, aliás, comum de todos os países consumidores de cobre e suas ligas, dado que o consumo mundial de cobre secundário se eleva progressivamente.

O estudo das condições adoptadas nos Estados Unidos revela que a recuperação das ligas de cobre apenas pôde ser racionalizada depois de entrarem em aplicações as normas e especificações de qualidade das próprias ligas.

Comparando a política e a técnica da recuperação adoptadas nos Estados Unidos com a rotina portuguesa observam-se vícios fundamentais que poderiam ser corrigidos.

técnica

REVISTA DE ENGENHARIA DA ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

ÍNDICE POR ASSUNTOS DOS ARTIGOS PUBLICADOS

NÚMEROS 371 A 380 VOLUME XXX OUTUBRO DE 1967 A JULHO DE 1968

Artigo	N.º	Data	Pág.
3 — CIENCIAS SOCIAIS			
33 — Economia			
C. D. U. 331.823 : 627.82.055			
A segurança nos estaleiros e alguns aspectos com ela relacionados . . *Pinto Almada*	380	7-68	557
38 — Comércio. Comunicações			
C. D. U. 387			
Na era do transporte por contentor — Repercussões nos portos e navios *Luis Lobo*	378	5-68	447
C. D .U. 388.1			
Benefícios económico-sociais das auto-estradas . . . . . *Ferreira do Nascimento*	375	2-68	291
5 — CIÊNCIAS PURAS			
51 — Matemática			
C. D. U. 512.972 : 621.316.13			
Representação tensorial do comportamento incremental de elementos das redes eléctricas. Algumas aplicações. . . . . *Carlos Portela*	372	11.67	83
C. D. U. 517.11			
Introdução ao estudo dos sistemas *Luis Maltez*	378	5-68	477
C. D. U. 518 5 : 624.04			
Aplicação dos computadores ao cálculo dinâmico de estruturas . *Artur Ravara*	374	1-68	201
C. D. U. 5193 : 532. 519.3 : 536.2			
Métodos variacionais em mecânica dos fluidos e transmissão do calor *Delgado Domingos*	371	10-67	1
53 — Física			
C. D. U. 531.756 : 621.317.7			
A short response-time liquid density transducer . . . . . *Virgilio Igreja* *Luis Maltez*	372	11-67	71
C. D. U. 532 : 519.3 536.2 : 519.3			
Métodos variacionais em mecânica dos fluidos e transmissão do calor *Delgado Domingos*	371	10-67	1
C. D. U. 532.595			
Contribuição para interpretação do método gráfico utilizado no estudo do fenómeno do golpe de ariete . *Rebello da Silva*	373	12-67	131
C. D. U. 533.6.07 624.042.4			
O Túnel Aerodinâmico do Laboratório Nacional de Engenharia Civil *Janeiro Borges*	380	7-68	551
C. D. U. 534.66 : 621.375.4			
Estudo do factor de ruído de amplificadores transistorizados . . . . *David Leite*	380	7-68	541
C. D. U. 536.2.01			
Da teoria da fonte móvel num meio infinito . . . . . *A. M. R Marrecas*	372	11-67	79
C. D. U. 538.566 : 621.371.029.63			
Relação entre a estrutura da troposfera e a propagação para além do horizonte . . . . . *João Figanier*	377	4-68	381

Artigo N.º Data pág.

C. D. U. 539.374 : 624.058.2
531.781.2 : 691.327

Princípios teóricos da determinação experimental directa de tensões em meios viscoelásticos. Aplicabilidade ao betão em obra 371 10-67 17
Carlos Florentino

54 — **Química. Mineralogia**

C. D. U. 543.244.6 [546.41 : 546.46]

Determinação complexométrica do cálcio e do magnésio em dolomites 377 4-68 401
Maria J. Silvério
Maria L. Freire

C. D. U. 543 : 666.3

Características físico-químicas e tecnológicas de argilas utilizadas na indústria cerâmica nacional . . . 373 12-67 163
Mário O. Braga
Antera Valeriana

C. D. U. 545.2

Bases teóricas de quelometria — I . 371 10-67 53
Fraústo da Silva

55 — **Geologia**

C. D. U. 550.837 (673)

Prospecção geoeléctrica para pesquisa de águas no sul de Angola — Alguns casos típicos 378 5-68 489
Moura Esteves

C. D. U. 551.508.5

On the frequency response of floater-type anemographs 379 6-68 505
A. R. J. Borges

6 — **CIÊNCIAS APLICADAS**

621.3 — **Engenharia Electrotécnica**

C. D. U. 621.3 . 681.14

Introdução ao cálculo analógico . . 376 3-68 327
Carlos Portela

C. D. U. 621.311.21 (679)

Cabora-Bassa — Alguns apontamentos àcerca deste aproveitamento 376 3-68 313
Antônio Carrisso

C. D. U. 621.313.292 : 621.314.69

Generatrice à semi-conducteurs . . 373 12-67 125
Edmond Gudefin
Jean-Marie Kauffman
Claude Humbert

C. D. U. 621.313.32.015

Análise de alguns efeitos de perturbações de tensão nas máquinas síncronas 374 1-68 189
Carlos Portela

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 621.316.13 : 512.972

Representação tensorial do comportamento incremental de elementos de redes eléctricas. Algumas aplicações 372 11-67 83
Carlos de M. Portela

C. D. U. 621.317.7 : 531.756

A short response-time liquid density transducer 372 11-67 71
Virgílio Igreja
Luís Maltez

C. D. U. 621.371.029.63 : 538.566

Relação entre a estrutura da troposfera e a propagação para além do horizonte 377 4-68 381
João Figanier

C. D: U. 621 372.818

Modo simples em guias de onda limitados por um meio qualquer . 379 6 68 501
João Figanier

C. D. U. 621.374

Equações de excitação de biestáveis 373 12-67 157
Fernando Alexandre

C. D. U. 621.375.4 : 534.66

Estudo do factor de ruído de amplificadores transistorizados 380 7-68 541
David Leite

C. D. U. 621.38

Microelectrónica. Circuitos integrados semicondutores 375 2-68 245
Carvalho Fernandes

C. D. U. 621.391

Sistema digital para telemedida e registo de grandezas físicas . . . 371 10-67 11
Luís Vicente

C. D. U. 621.391

Distância mínima dos códigos de Bose - Chaudhuri - Hocquenghem. Método para a determinação de um limiar 374 1-68 213
Alexandre Cerveira

622 — **Exploração de Minas**

C. D. U. 622.235.24

Explosivos de nitrato de amónio e fuel-oil (ANFO) 377 4-68 431
Fernando Sobral

C. D. U. 622.6

Homogeneização em parques de minério 372 11-67 107
Simões de Almeida

C. D. U. 622.765

Princípios gerais e métodos de investigação na flutuação de minério . 374 1-68 219
2-68 277
3-68 357
Leopoldo Cortez

Artigo N.º Data Pág.

624 – **Engenharia Civil**

C. D. U. 624.04 : 518.5

Aplicação dos computadores ao cálculo dinâmico de estruturas . . . 374 1-68 201
Artur Ravara

C. D. U. 624.04 : 681.14

Estudo do comportamento de estruturas de edifícios sob acção de forças horizontais 373 12-67 141
Ferry Borges
Artur Ravara

C. D. U. 624.042.4
533.6.07

O túnel aerodinâmico do Laboratório Nacional de Engenharia Civil . . 380 7-68 551
Janeiro Borges

C. D. U. 624.058.2 : 539.374
691.327 : 531.781.2

Princípios teóricos da determinação experimental directa de tensões em meios viscoelásticos — Aplicabilidade ao betão em obra 371 10-67 17
Carlos Florentino

C. D. U. 624.072.2 [539.413]

Dimensionamento à flexão simples, de secções de betão armado em relação à rotura 377 4-68 393
5-68 493
7-68 569
J. Madeira Costa

C. D. U. 624.131.388 : 627.82
627.825.04.001.57

Influência da muito alta deformabilidade de fundação na concepção e comportamento de uma barragem abóbada 375 2-68 263
Manuel Rocha
A. da Silveira
Luiz Azevedo
Baptista Lopes

C. D. U. 624.21.057.6

Procédé suprimant l'emploi classique des cintres dans la construction des arcs et voutes de ponts en beton armé ou non armé 374 1-68 231
Paul Dupont

627.8 — **Barragens**

C. D. U. 627.82.055 : 321.823

A segurança nos estaleiros e alguns aspectos com ela relacionados . . 380 7-68 557
Pinto Almada

C. D. U. 627.821.3

Arcos de barragens em espiral logarítmica 379 6-68 513
Valente da Silva

C. D. U. 627.824.3 (042)

Anotações sobre as barragens de terra 3-68 343
376 4-68 409
José Folque

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 627.825.04.001.57
624.131.388 : 627.82

Influência da muito alta deformabilidade de fundação na concepção e comportamento de uma barragem 375 2-68 263
Manuel Rocha, A. da Silveira
Cruz Azevedo, Baptista Lopes

658 — **Organização Industrial e Comercial**

C. D. U. 658 : 69.002
69.003

Economia e produtividade na indústria da construção — Alguns aspectos mais característicos 378 5-68 461
379 6-68 529
380 7-68 579
Nelson Montes

66 — **Indústrias Químicas**

C. D. U. 666.3 : 543

Características físico-químicas e tecnológicas de argilas utilizadas na indústria cerâmica nacional . . . 373 12-67 163
Maria O. Braga
Antera V. Seabra

681.14 — **Máquinas de calcular**

C. D. U. 681.14 : 621.3

Introdução ao cálculo analógico . . 376 3-68 327
Carlos Portela

C. D. U. 681.14 : 624.04

Estudo do comportamento de estruturas de edifícios sob acção de forças horizontais 373 12-67 141
Ferry Borges
Artur Ravara

67 — **Indústria da Construção**

C. D. U. 69.002.22

Construção civil industrializada . . 372 11-67 95
Brasão Farinha

C. D. U. 69.003
69.002 : 658

Economia e produtividade na indústria da construção — Alguns aspectos mais característicos . . . 378 5-68 461
379 6-68 529
380 7-68 579
Nelson Montes

C. D. U. 691.327 : 531.781.2
539.374 : 624.058.2

Princípios teóricos da determinação experimental directa de tensão em meios viscoelásticos. Aplicabilidade ao betão em obra . . . 371 10-67 17
Carlos Florentino

C. D. U. 691.55

Características de alguns gessos nacionais utilizados na construção civil 371 10-67 33
Martins de Oliveira
Xavier Rodrigues

Nem em toda a parte a espuma é tão útil

Frequentemente a espuma perturba o decurso da produção e impede o completo aproveitamento da capacidade. Contra isso os

Anti-Espumantes Silicone Wacker

são eficientes. Impedem a formação de éspuma e combatem a espuma em meios quer aquosos quer não aquosos. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker mostram mesmo em fortes diluições (até 1 : 1 milhão) resultados excelentes. Os Anti-Espumantes Silicone Wacker são aplicáveis por exemplo nas indústrias de óleos, papel, têxtil, na preparação de tintas e vernizes, em processos de fermentação e destilações a vácuo, em trabalhos com emulsões, sabões e detergentes, e outros mais.

WACKER

Escreva-nos por favor. Nós dar-lhes-emos informações complementares e poremos amostras à sua disposição.

WACKER-CHEMIE GMBH MÜNCHEN
Alemanha

Em Portugal:
Hoechst Portuguesa, Lda.
Avenida Sidónio Pais, 379 - Tel. 67051 - Porto
Avenida Duque d'Avila, 169-1° - Tel. 45141 - Lisboa

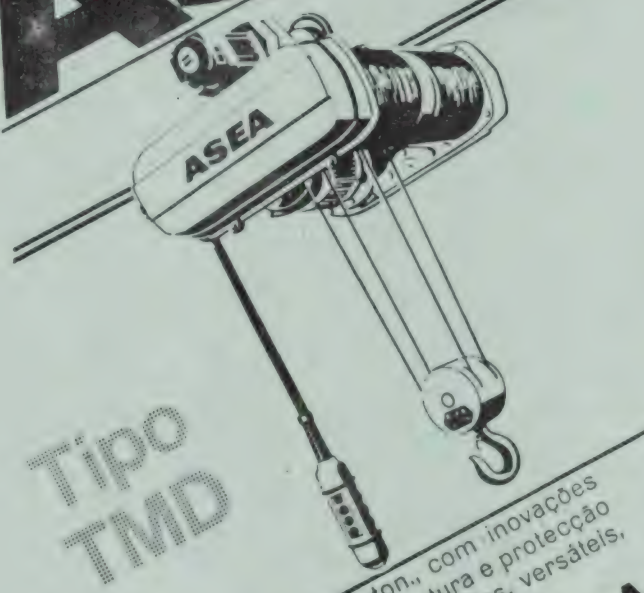
No Brasil:
Hoechst do Brasil Quimica e Farmacêutica S. A.
Rua Braulio Gomes, 36 - C. P. 6280 - São Paulo

S 5066

MARCA AE 5

Uma força criadora no dominio da electricidade

diferenciais ASEA



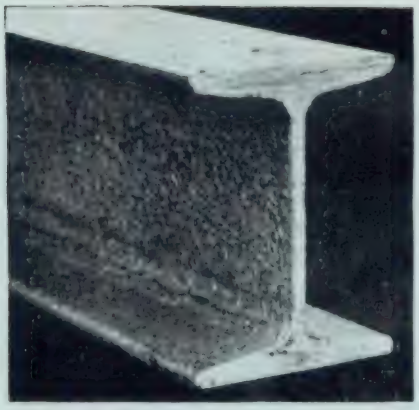
Tipo TMD

Para cargas de 0,5 a 16 ton., com inovações patenteadas no comando, estrutura e protecção de sobrecarga. Eficientes, robustos, versáteis, económicos e de fácil manutenção.

ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel. 2511101*
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel. 62106/7
PORTO



Faça ensaios de qualquer material — Instron dir-lhe-á o que há a saber

Faça ensaios de qualquer material desde um pedaço de aço a uma fatia de carne de porco, para pesquisa, melhoramento ou controle da qualidade e o Instrumento de Ensaio Universal Instron dar-lhe-á informações completas e rigorosas acerca das suas propriedades mecânicas. Baseado em princípios electrónicos e num servo-mecanismo para o controle e medição das forças das amostras de ensaio, o Instrumento de Ensaio Instron realizará todos os ensaios convencionais de tensão, compressão e flexão e lançará nova luz sobre uma variedade mais subtil de características incluindo histerese cíclica, afrouxamento e recuperação de tensão, grau de sensibilidade ao esforço e energia da deformação e rotura.

Com três modelos básicos aplicando cargas de 0 a 2 gramas a 0 — 25.000 Kg. em escala completa, com uma grande variedade de acessórios há certamente um sistema Instron para satisfazer as suas necessidades.

Literatura completa à disposição, incluindo muitos estudos especiais. Por favor, queira enviar o talão para informações completas.

Instron Ltd.
Halifax Road, High Wycombe,
Bucks, Inglaterra.

NOME _____

FIRMA _____

MORADA _____

ASSUNTO (*Queira fazer o favor de indicar os materiais em que está especialmente interessado*).

_____

_____

_____

TA

INSTRON

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivolt" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1º LISBOA
FABRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

MARCA · A.E.3

Uma força criadora no domínio da electricidade

contactores ASEA

Uma linha completa de contactores para todos os calibres de pequenas dimensões, práticos de montar e desmontar, sem problemas de manutenção e fáceis de ligar.

ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel. 251101*
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel. 62106/7
PORTO

O VEÍCULO
MAIS VERSÁTIL
DO MUNDO

UM VALIOSO AUXILIAR
EM TODOS OS TRABALHOS
AGRÍCOLAS

INSUPERÁVEL EM MÚLTIPLAS
ACTIVIDADES INDUSTRIAIS

DISTRIBUIDORES:

GARAGEM VICTÓRIA

3, RUA NOVA DE S. MAMEDE, 9
TEL. 681037/681747/681489/681019
LISBOA-2

88" Regular Land-Rover

LAND-ROVER

Capacidade

Esperamos que você seja tão curioso sobre "qualidade"

Para apreciar verdadeiramente a extrema qualidade de DeVilbiss, examine bem «por dentro» — quanto mais perto melhor. Você encontrará uma precisão na fabricação que até um relojoeiro invejaria. Mas será de facto necessária tanta precisão no fabrico duma pistola de pintura? DeVilbiss pensa que sim, porque ultrapassa todo o engenho e eficiência do melhor pintor. E isto ajudá-lo-á em qualquer situação. Além de que DeVilbiss lhe oferece um serviço, tanto em produção como em manutenção que nenhuma pistola poderá igualar. Peça hoje mesmo informações detalhadas ou mesmo um ensaio.

comece com
DEVILBISS
e «acabe» melhor

DEVILBISS

AGENTES GERAIS

SUL — BETHENCOURT BROS, LTD. — R. dos Sapateiros, 69/73 ou 128-1.º — LISBOA

NORTE — SÓRIA, LDA. — Rua Sá da Bandeira, 214 - 216 — PORTO

SOMAGUE

SOCIEDADE DE EMPREITADAS MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES S.A.R.L.

Capital e reservas 113.000.000$00

Depois de realizar grandes Obras Públicas

BARRAGENS

PONTES

ESTRADAS

PORTOS

TÚNEIS

Dedica-se agora também a

CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL e CONSTRUÇÃO CIVIL

Rua Carlos Testa, 1 — Lisboa 1 — Telefone PPC/A 56 24 81

SENHORES
ARQUITECTOS
ENGENHEIROS
EMPREITEIROS
CONSTRUTORES

CALCINA

É hoje em Portugal o melhor ligante hidráulico para argamassas, rebocos e alvenarias.

Prefiram, pois, C A L C I N A

Entregas permanentes de dia e de noite nas Fábricas de Cimento "Tejo" - Alhandra e do "Cabo Mondego" - Figueira da Foz, e através da vasta rede de revendedores espalhados por todo o País

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **LUSOTECNA — Consultores Técnicos**
R. Padre António Vieira, 26 — Lisboa
Tel. 68 80 82/3.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

— **SOMAGUE**
R. Carlos Testa, 1 — Tel. 56 24 81 — Lisboa 1

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **LAND — Rover**
R. Nova S. Mamede, 9 — Tel. 68 10 37 — Lisboa

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **AEG — Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4-Tel. 71 11 71/71 40 01-Lisboa

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **TUDOR — Soc. Port. de Acumuladores**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Tel. 5 19 47 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho. 220 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86 51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 – Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **A E G Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4—Tel. 71 11 71/71 40 10–Lisboa.

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **ALBA — Fábricas Metalúrgicas**
Albergaria-a-Velha — Tel. 52 20 6/7.

— **Bethencourt Bros, Ltd.**
R. dos Sapateiros, 69/73 ou 128-1.° — Lisboa.

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Instron, Ltd.**
Halifax, Road, High Wycombe, Bucks, Inglaterra.

— **S. T. E. T.—Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho—Sacavem—Tel. 2510001/4

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Sumner**
L.' do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **INA — Rolamentos**

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Química Hoechst, Ltd.**
Av. Sidónio Pais, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto.
Av. Duque de Ávila, 169 — Tel. 4 51 41 — Lisboa

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168–Porto–Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3

LOUÇAS SANITÁRIAS

— **Guedal**
Av. da República, 64-A — Tel. 77 94 30.

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CERVAL— Cerâmica de Vale de Lobos, Ld.ª**
Av. Joaquim António de Aguiar, 41-5.º D.
Tel. 53 11 38 — Lisboa.

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 27 50 / 68 06 71

— **Rotring —Representante Artur Westheimer** — Lisboa.

— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 68 91 12 — Lisboa.

DIVERSOS

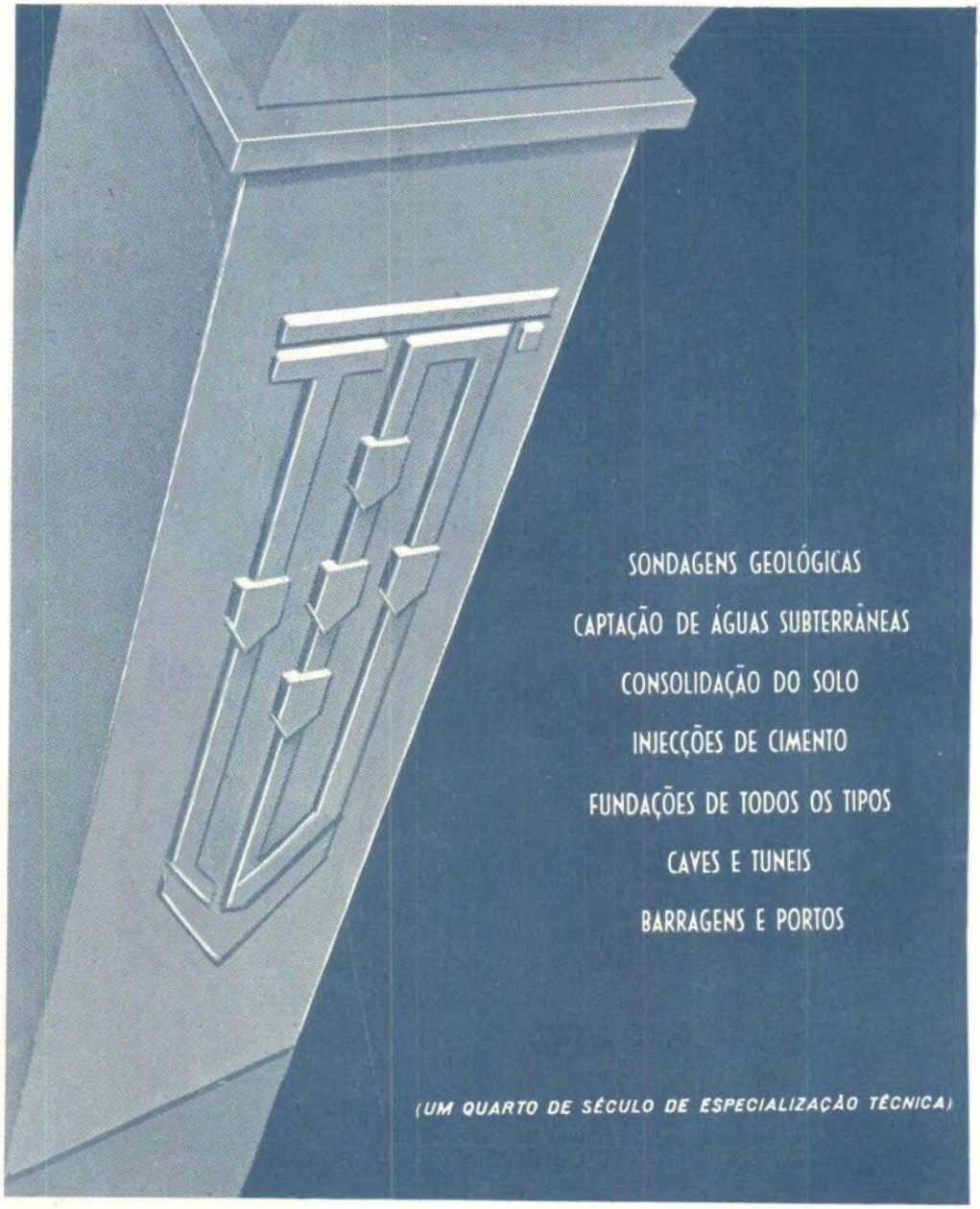
— **LUSOTECNA**
Consultores Técnicos Industriais
Rua Padre António Vieira, 26 — Lisboa.
Tel. 68 80 82/83

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPUBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



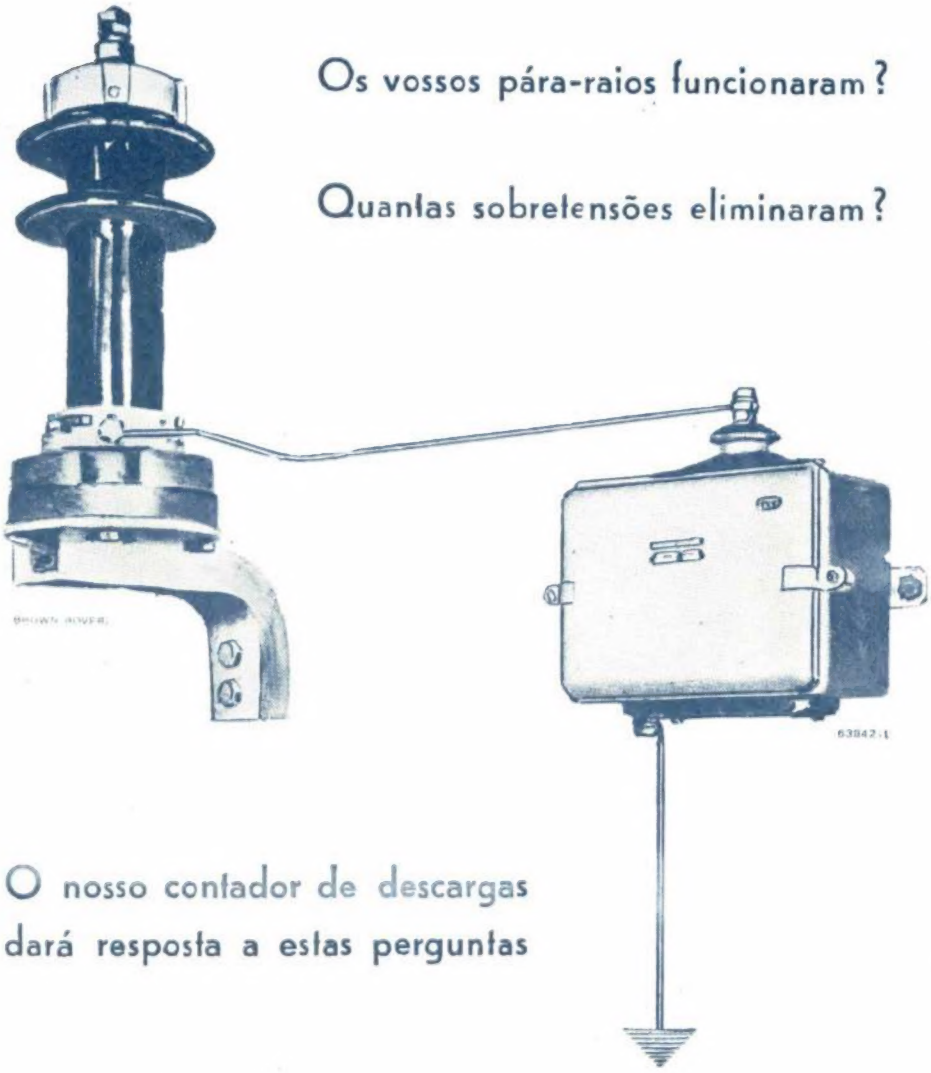
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas
dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. BROWN BOVERI, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO